

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



La Contaminación de Ambientes Frágiles: El Caso de la
Industria Langostinera en la Zona de Amortiguamiento del
Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares
de Tumbes, Perú

Tesis para optar el grado académico de Maestro en Gestión de los
Recursos Hídricos que presenta:

Rodolfo Gianmarco Vargas Collantes

Asesora:

Nadia Rosa Gamboa Fuentes

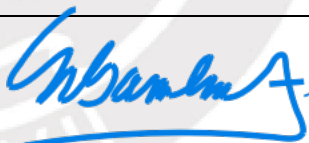
Lima, 2022

Informe de Similitud

Yo, NADIA ROSA GAMBOA FUENTES, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesora de la tesis titulada “*La Contaminación de Ambientes Frágiles: El Caso de la Industria Langostinera en la Zona de Amortiguamiento del Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Perú*” del autor RODOLFO GIANMARCO VARGAS COLLANTES, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de **19%** (aplicando los filtros de exclusión de bibliografía y entre comillas). Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 13/01/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lima, viernes 13 de enero del 2023

| | |
|------------------------------------|---|
| Apellidos y nombres de la asesora: | |
| <u>Gamboa Fuentes, Nadia Rosa</u> | |
| DNI: 06450653 | Firma  |
| ORCID: 0000-0003-0511-267X | |

RESUMEN

Nuestro país adoptó la acuicultura para generar empleo, crecimiento económico y seguridad alimentaria para las poblaciones locales. Lamentablemente, la promoción estatal no consideró todos los elementos adecuados que eviten la afectación a la fragilidad de los ecosistemas de manglar. Por estas razones, estaría incrementando la vulnerabilidad de los ecosistemas de manglar. Esta tesis se propone como objetivo principal evaluar si se afecta o no el ecosistema de manglar del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) al no contar con límites máximos permisibles en la industria langostinera y proponer una medida de control ambiental. La metodología utilizada ha sido la triangulación de información, realizándose un muestreo de fitoplancton cuantitativo en 11 puntos, ubicados en la frontera de los centros de producción acuícola y el área natural protegida SNLMT, entrevistas a funcionarios de los sectores involucrados y revisión de línea base (fitoplancton) de Estudios de Impactos Ambientales de las empresas langostineras. Los resultados del muestreo señalan la presencia de *Skeletonema costatum* en los puntos de muestreo F-02, F-04, F-06, F-09 y F-11, evidencia eventos de floraciones algales, agotamiento del fosforo en el medio y la potencial afectación al ecosistema de manglar; los niveles de población fitoplanctónica son hasta 26.8 veces más en el efluente que la del afluente; las entrevistas fueron sometidas a las pruebas de chi-cuadrado de Pearson, teniendo una significación asintótica de 0.004 a 0.038 y que la industria langostinera no afecta a la cantidad del recurso hídrico, pero si en la calidad, desde esa perspectiva es consuntiva. Esto concluye en la afirmación que la falta de LMP en los vertimientos de langostinos estaría afectando al cuerpo receptor, siendo los esteros que conforman el SNLMT, y con ello, vulnerando la fragilidad del ecosistema de manglar.

Palabras clave: límite máximo permisible, fitoplancton, uso consuntivo, manglares de Tumbes.

ABSTRACT

Our country adopted aquaculture to generate employment, economic growth and food security for local populations. Unfortunately, the state promotion did not consider all the appropriate elements that avoid affecting the fragility of mangrove ecosystems. For these reasons, it would be increasing the vulnerability of mangrove ecosystems. The main objective of this thesis is to evaluate whether or not the mangrove ecosystem of the Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) is affected by not having maximum permissible limits in the shrimp industry and to propose an environmental control measure. The methodology used has been the triangulation of information, carrying out a quantitative phytoplankton sampling at 11 points, located on the border of the aquaculture production centers and the SNLMT protected natural area, interviews with officials from the sectors involved and baseline review (phytoplankton) of Environmental Impact Studies of the shrimp companies. The sampling results indicate the presence of *Skeletonema costatum* at the sampling points F-02, F-04, F-06, F-09 and F-11, evidence of algae bloom events, phosphorus depletion in the environment and the potential affectation to the mangrove ecosystem; phytoplankton population levels are up to 26.8 times higher in the effluent than in the influent; the interviews were subjected to Pearson's chi-square tests, having an asymptotic significance of 0.004 to 0.038 and that the shrimp industry does not affect the quantity of the water resource, but does affect the quality, from this perspective it is consumptive. This concludes in the affirmation that the lack of LMP in shrimp discharges would be affecting the receiving body, being the estuaries that make up the SNLMT, and with it, violating the fragility of the mangrove ecosystem.

Keywords: maximum permissible limit, phytoplankton, consumptive use, Tumbes mangroves.



Dedicatoria

A mis padres, por su constante apoyo desde mis inicios en la carrera que elegí y que me apasiona.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Nadia Gamboa, asesora principal de esta tesis, quien me orientó hasta la culminación de esta tesis. Gracias por su paciencia y comentarios y por encaminarme en este largo proceso.

Al Dr. Rodrigo Lazo, profesor de seminario de tesis y muestreo, quién me ayudó en el planteamiento metodológico, correcciones y fraseos de la tesis.

A los funcionarios de los organismos de la ANA, OEFA, SERNANP, PRODUCE y SANIPES que fueron insumo importante para las entrevistas y aportes importantes del sector acuícola.

A la Dirección de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas del Ministerio de la Producción, por brindarme la información respecto a los EIA-sd de los CPA de langostinos que fue de mucha importancia en la discusión de los resultados.

A la Subdirección de Fiscalización Sanitaria Acuícola del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera, por haberme brindado los resultados de sustancias prohibidas y residuos veterinarios de los muestreos mensuales en los CPA de langostinos.

A la Ing. Rosa García y guardaparques del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes del SERNANP, porque sin su apoyo y acceso al área no se hubiera realizado este estudio.

A mis amigos Omar Sandoval, Henry Lujan y Mayra Rivadeneyra, quienes no dudaron en apoyarme con su sabiduría desde profesiones, ayudaron a perfilar esta tesis.

A todos, ¡Muchas gracias!

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| Dedicatoria | 4 |
| AGRADECIMIENTO..... | 5 |
| ÍNDICE..... | 6 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 8 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 11 |
| LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNICOS Y SIGLAS | 12 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 15 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 1.3. HIPÓTESIS | 17 |
| 1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN..... | 17 |
| 1.5. OBJETIVOS | 18 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 19 |
| 2.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL PERÚ | 19 |
| 2.2. ECOSISTEMAS DE MANGLAR | 24 |
| 2.3. LA ACUICULTURA..... | 31 |
| 2.4. LA ACUICULTURA DE LANGOSTINOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS | 45 |
| 2.5. FISCALIZACIÓN AMBIENTAL Y SANITARIA DE LOS CPA | 49 |
| 2.6. MÉTODOS MIXTOS..... | 58 |
| 3. ÁREA DE ESTUDIO..... | 60 |
| 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO | 63 |
| 4.1. PARA EL MUESTREO DE FITOPLANCTON Y AGUA..... | 63 |
| 4.2. ANÁLISIS DE LÍNEA BASE DE CPA DE LANGOSTINOS | 64 |
| 4.3. PARA LAS ENTREVISTAS A FUNCIONARIOS | 65 |
| 4.4. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE RESULTADOS CUALITATIVOS..... | 65 |

| | |
|--|-----|
| 5. RESULTADOS..... | 67 |
| 5.1. MUESTREO DE AGUA | 67 |
| 5.2. ANÁLISIS REPRESENTATIVO CUANTITATIVO DE FITOPLANCTON .. | 71 |
| 5.3. EVALUACIÓN DE FITOPLANCTON EN EIA-sd LANGOSTINEROS | 76 |
| 5.4. RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LAS ENTREVISTAS | 77 |
| 6. DISCUSIÓN | 80 |
| 6.1. FITOPLANCTON EN LOS ESTEROS | 80 |
| 6.2. FITOPLANCTON EN LOS EFLUENTES | 82 |
| 6.3. ENTREVISTAS A FUNCIONARIOS | 85 |
| 7. CONCLUSIONES | 111 |
| 8. RECOMENDACIONES | 112 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA | 113 |
| | |
| ANEXOS | |
| Anexo 1. Formulario de consentimiento informado para participar en la investigación “La Contaminación de Ambientes Frágiles: El Caso de la Industria Langostinera en la Zona de Amortiguamiento del Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Perú” | 127 |
| Anexo 2. Cadena de custodia del muestreo de fitoplancton. | 130 |
| Anexo 3. Informes de ensayos acreditados de los resultados del muestreo de fitoplancton. | 131 |
| Anexo 4. Resultados de la prueba Chi Cuadrado de la pregunta 1. | 143 |
| Anexo 5. Resultados de la prueba Chi Cuadrado de la pregunta 2. | 144 |
| Anexo 6. Resultados de la prueba Chi Cuadrado de la pregunta 3. | 145 |
| Anexo 7. Fotografías tomadas en el área de estudio, muestreo de agua y fitoplancton. | 146 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | Instituciones responsables de las ANP durante la primera creación. | 19 |
| Figura 2 | Mapa nacional de las ANP hasta junio de 2021. | 21 |
| Figura 3 | Zonas que pueden ser consideradas en cada área natural protegida | 22 |
| Figura 4 | Fotografía del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes. | 24 |
| Figura 5 | Distribución de ecosistema de manglar | 25 |
| Figura 6 | Esquematzación de los servicios ecosistémicos provistos por el ecosistema de manglar. | 26 |
| Figura 7 | Distribución de manglares de Sudamérica. | 27 |
| Figura 8 | Tipos de vegetación en los manglares de Tumbes. | 28 |
| Figura 9 | Línea de tiempo de la acuicultura. | 31 |
| Figura 10 | Categoría productiva de la acuicultura en el Perú, artículo 8°. | 33 |
| Figura 11 | Derechos acuícolas otorgados desde 1994 hasta junio de 2022 | 34 |
| Figura 12 | Producción acuícola mundial en el periodo de 1991 – 2020. | 35 |
| Figura 13 | Contribución regional a la producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura desde 1951 a 2020. | 36 |
| Figura 14 | Diagrama de las toneladas exportadas de trucha arcoíris a países destino 2021. | 38 |
| Figura 15 | Diagrama del comportamiento de las exportaciones de trucha congelada. | 39 |
| Figura 16 | Diagrama de las toneladas exportadas de concha de abanico a países destino entre 2017 a 2021. | 41 |
| Figura 17 | Diagrama de las principales empresas exportadoras de concha de abanico congelada entre el 2020 y 2021. | 42 |
| Figura 18 | Diagrama de la participación de los cultivos acuícolas 2020 - 2021. | 43 |
| Figura 19 | Diagrama de las toneladas exportadas de langostino congelado a países destino 2021. | 43 |
| Figura 20 | Diagrama de las principales empresas exportadoras de colas de langostino congelado en el 2021. | 44 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 21 | Diagrama de las principales empresas exportadoras de langostino entero congelado en el 2021. | 44 |
| Figura 22 | Diagrama de barras porcentuales sobre el estado final de las fiscalizaciones ambientales en los Centros de Producción Acuícola de Langostinos en Tumbes, de los años 2018, 2019, 2020 y 2021. | 51 |
| Figura 23 | Métodos mixtos y sus características. | 58 |
| Figura 24 | Modelo de proceso de métodos mixtos para la integración de hallazgos. | 59 |
| Figura 25 | Ubicación del área de estudio. | 61 |
| Figura 26 | Ubicación de los puntos de muestreo en el área de estudio. | 63 |
| Figura 27 | Resultados de pH del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. | 67 |
| Figura 28 | Resultados de temperatura (°C) del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. | 68 |
| Figura 29 | Resultados de salinidad (psu) del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. | 69 |
| Figura 30 | Resultados de oxígeno disuelto (mg/L) del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. | 70 |
| Figura 31 | Resultados de conductividad eléctrica (mS/cm) del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. | 71 |
| Figura 32 | Comportamiento del índice de diversidad en los puntos de muestreo. | 75 |
| Figura 33 | Gráfica de la dinámica en los puntos de muestreo. | 75 |
| Figura 34 | Resultado de la primera pregunta de investigación a los entrevistados, teniendo un error del 0.03 %. | 77 |
| Figura 35 | Resultado de la segunda pregunta de investigación a los entrevistados, teniendo un error del 0.04 %. | 78 |
| Figura 36 | Resultado de la tercera pregunta de investigación a los entrevistados, teniendo un error del 0.04 %. | 79 |
| Figura 37 | Toma de muestra en el punto F-11 (tomada el 2 de octubre de 2021). | 81 |
| Figura 38 | Toma de muestra en el punto F-11 (tomada el 2 de octubre de 2021) - II. | 82 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 39 | Mapa de ubicación de los puntos de efluentes de los centros langostineros de Tumbes. | 84 |
| Figura 40 | Vertimiento de las aguas de cultivo de langostineras en la zona de amortiguamiento del ANP – 1 (tomada el 11 de julio de 2022). | 96 |
| Figura 41 | Vertimiento de las aguas de cultivo de langostineras en la zona de amortiguamiento del ANP – 2 (tomada el 11 de julio de 2022). | 96 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|---------|--|-----|
| Tabla 1 | Monitoreos ambientales para la actividad acuícola de langostinos en estanquera – Parámetros de interés para agua. | 54 |
| Tabla 2 | Listado de los parámetros que se controlan en crustáceos. | 56 |
| Tabla 3 | Herramienta para procesar los resultados de las entrevistas. | 65 |
| Tabla 4 | Resultados de los muestreos de fitoplancton cuantitativo. | 71 |
| Tabla 5 | Fitoplancton cualitativo del afluente, estanque y efluente de los CPA de langostinos – Línea base de EIA-sd aprobados. | 76 |
| Tabla 6 | Listado de autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas subsector acuicultura 2010 – 2020. | 99 |
| Tabla 7 | Listado de parámetros a considerar en un LMP para la acuicultura de langostinos. | 110 |



LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNICOS Y SIGLAS

| | |
|----------|---|
| AMYGE | Acuicultura de Mediana y Gran Empresa |
| AMYPE | Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa |
| ANA | Autoridad Nacional del Agua |
| ANP | Área Natural Protegida |
| AP | Área de Producción |
| AREL | Acuicultura de Recursos Limitados |
| CHD | Consumo Humano Directo |
| CHI | Consumo Humano Indirecto |
| CP | Comunidad Europea |
| CPA | Centro de Producción Acuícola |
| DGA | Dirección General de Acuicultura |
| DSFPA | Dirección de Supervisión y Fiscalización Pesquera y Acuícola |
| ECA | Estándar de Calidad Ambiental |
| EIA | Estudio de Impacto Ambiental |
| EIP | Establecimientos Industriales Pesqueros |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura |
| IGA | Instrumento de Gestión Ambiental |
| ILAC | Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios |
| IMARPE | Instituto del Mar Peruano |
| INACAL | Instituto Nacional de Calidad |
| INRENA | Instituto Nacional de Recursos Naturales |
| IPCC | Panel Intergubernamental de Cambio Climático |
| IUCN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza |
| LMP | Límite Máximo Permisible |
| MIDAGRI | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego |
| MINAM | Ministerio del Ambiente |
| MINCETUR | Ministerio de Comercio Exterior y Turismo |
| OEFA | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental |
| PBI | Producto Bruto Interno |
| PCMB | Programa Control de Moluscos Bivalvos |
| PCPC | Programa Control de Peces y Crustáceos |
| PRODUCE | Ministerio de la Producción |
| ROF | Reglamento de Organización y Funciones |
| SANIPES | Organismo Nacional de Sanidad Pesquera |

| | |
|---------|---|
| SPDA | Sociedad Peruana de Derecho Ambiental |
| SDFSA | Subdirección de Fiscalización Sanitaria Acuicola |
| SERNANP | Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado |
| SNLMT | Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes |
| UE | Unión Europea |
| ZA | Zona de Amortiguamiento |



1. INTRODUCCIÓN

Durante años se consideró que los recursos pesqueros eran una fuente ilimitada de alimentos; sin embargo, las investigaciones realizadas mostraron que dichos recursos se encuentran en riesgo de agotamiento debido a las malas prácticas de conservación de los mismos, tales como la sobreexplotación, la informalidad, la perturbación de los ecosistemas marinos y la poca solidez institucional, situaciones que producen daños irreparables al ambiente marino (Rivera Ferre, 2007). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, conocida mundialmente como FAO, apuesta por la expansión de la acuicultura con la finalidad de satisfacer la demanda de alimentos y ser un contrapeso para el consumo de los recursos hidrobiológicos pesqueros. La producción de carne de crustáceos a nivel mundial, estuvo manteniéndose en los 0,45 millones de toneladas al año, mientras que en el 2017 y 2018 alcanzó récords logrando alrededor del 17% de las principales especies acuícolas exportadas, equivalente a 3 455 260 TM y 26 millones de dólares para el 2018 (FAO, 2020); sin embargo, en 2020, éstas cayeron hasta 0,3 millones de toneladas, principalmente como resultado del descenso en China (FAO, 2022).

Nuestro país ha desarrollado e impulsado políticas públicas para que la acuicultura pueda contribuir con garantizar la seguridad alimentaria, la generación de empleos y el crecimiento económico, según se indica en el Decreto Legislativo N.º 1195, Ley General de Acuicultura (Consejo de Ministros, 2015). La acuicultura es impulsada por la Ley N.º 27460, Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura del año 2001, asimismo, en su exposición de motivos se consideró que, para ese entonces no había una adecuada protección ambiental (Congreso de la República del Perú, 2001a). Una muestra de ello es la ausencia de regulaciones, autorizaciones y control de vertimientos no tratados para el desarrollo de las piscigranjas en ecosistemas sumamente frágiles como son los manglares, con la finalidad de promover la economía mediante el mercado langostinero.

Por otro lado, los estudios de impacto ambiental (EIA), detallado y semidetallado dependiendo la magnitud de la industria, son instrumentos de gestión ambiental (IGA) que requieren el desarrollo de estudios como la línea base, identificación y evaluación de impactos ambientales. Son presentados por los administrados a los organismos sectoriales Juntamente a los planes de manejo ambiental de las posibles alteraciones sobre el ambiente. Para el caso de la pesca y acuicultura, los estudios eran presentados al Ministerio de Pesquería (actualmente, Ministerio de la Producción - PRODUCE) (Congreso de la República del Perú, 2001b).

Por otro lado, PRODUCE, es la autoridad competente y responsable de otorgar la categoría productiva de la acuicultura de mediana y gran empresa (AMYGE); asimismo, aprueba las funciones del control de efluentes mediante el Decreto Supremo, D.S. N.º 012-2019-PRODUCE, instaurando la obligación de tratar los efluentes antes de ser vertidos (PRODUCE, 2019a).

Sin embargo, el cumplimiento de la obligación no puede ser fiscalizado por la autoridad competente, toda vez que no cuenta con marco sancionatorio, ya que la Ley General de Acuicultura, Decreto Legislativo N.º 1195, excluye esta actividad al definirla como agua no residual por ser actividad de proceso primario (Consejo de Ministros, 2015). Ante esto, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) no puede exigir al administrado la realización de los controles necesarios para reducir el impacto ambiental en el cuerpo receptor, en este caso, el agua de estero del mangle.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es esencial preguntarse: ¿Cómo el Estado peruano gestiona los impactos ambientales que produce una actividad económica de interés nacional como la acuicultura de langostino? ¿El Estado peruano cuenta con instrumentos de gestión ambiental que sean adecuados para evaluar la contaminación por vertimientos de la actividad acuícola de langostinos? ¿Cómo y con qué instrumentos evalúan las entidades fiscalizadoras el impacto ambiental de esta actividad y cuáles han sido los resultados?

La acuicultura de langostinos conlleva a impactos positivos y negativos, como toda actividad productiva. Sin embargo, los cambios en la hidrología del manglar a razón de la obstrucción y sedimentación, los residuos veterinarios a causa del manejo productivo camaronero, la descarga de efluentes de las granjas camaroneras, y, la eutrofización, repercuten en la calidad del agua debido a la destrucción y transformación de hábitats – lagunas estacionales – impactando en aves migratorias, reptiles, anfibios y mamíferos acuáticos (Stonich, 1995, p. 152).

Estos impactos no han sido debidamente previstos al realizar la promoción de la acuicultura, que en vez de reducir la presión sobre la pesca de captura - o, mejor dicho, de operar como sustituto – logró ampliar la demanda de proteína de pescado mediante la creación de nuevos mercados (Curran, 2002).

Al respecto, cabe precisar que, en países asiáticos como India, Filipinas e Indonesia, el cultivo de langostinos ha beneficiado substancialmente a las clases sociales más poderosas y de élite, abriendo más la brecha entre ricos y pobres (Hall, 2004; Mialhe et al., 2013). Este efecto ha generado desigualdades sociales, asimismo, la promoción estatal no ha podido ajustar los controles ambientales, ya que los langostinos se ahogan en las piscinas contaminadas y se abandonan ecosistemas destruidos tras su vida productiva, que es de aproximadamente 30 años (Sandra, 2009).

Contrariamente al escenario descrito, las fiscalizaciones realizadas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en el Perú, entre los años 2012 y 2016, en diecinueve empresas de langostinos de la categoría productiva de AMYGE en Tumbes dieron como resultado el 95% de cumplimiento normativo ambiental (Luna Ortiz, 2017). Es así que, teóricamente, las actividades de estas empresas no impactarían negativamente al ambiente. En ese sentido, es posible que los actuales controles realizados por las autoridades del Estado no sean suficiente para una adecuada fiscalización de los centros de cultivo langostinero.

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Es de suma importancia tomar atención a las posibles perturbaciones que se estarían produciendo en el ecosistema de manglar¹; en este caso, la que se encuentra en el Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, debido a la promoción estatal que conlleva a facilidades, subsidios, omisiones e impulso en la acuicultura por el fenómeno langostinero.

Esto ha generado que se revisen los procesos de manejo acuícola para saber si se estaría alterando la calidad y cantidad del recurso hídrico; esto es, determinar si se trata de una actividad consuntiva o no. En diversas partes del mundo esta actividad degrada ecosistemas, como los manglares, donde masivamente los esteros han sido utilizados para la conversión de granjas langostineras (Stonich, 1995). Asimismo, no se realiza seguimiento y control ambiental para promover el cierre de las granjas que son abandonadas, sumado a ello, se empieza un nuevo ciclo en lugares distintos bajo el mismo sistema de roza y quema utilizado en la agricultura (Bailey, 1988).

¹ Ficha técnica respecto a la propuesta para su designación como sitio Ramsar al Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/PE883RIS.pdf>

Actualmente, la autoridad ambiental, realiza los controles ambientales de los efluentes en las empresas langostineras, donde son comparados por parámetros establecidos por el ECA para agua². Hasta entonces, la percepción que se tiene en campo, señala que existe una alteración en la calidad de agua, modificándose el olor y color de lo que se captó en su principio. Sin embargo, los resultados de estos parámetros no dan indicios claros el porqué de su alteración. Por lo que, esta tesis se plantea realizar un muestreo representativo de las especies fitoplanctónicas, donde las condiciones ambientales y del proceso productivo, estarían afectando el agua y el medio.

Así también, es de considerar que, es posible que la fiscalización ambiental actual no tenga las herramientas normativas necesarias para controlar oportuna y adecuadamente los efluentes de las granjas langostineras que son vertidos en los esteros, y que éstas puedan afectar negativamente al ecosistema de manglar.

Por las razones previamente expuestas, en el presente estudio se analizan los vacíos normativos actuales, buscando contribuir a la conservación y preservación del ANP Santuario Nacional los Manglares de Tumbes.

1.3. HIPÓTESIS

H₀: El ecosistema de manglar del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes es afectado por los vertimientos de la industria langostinera

H₁: El ecosistema de manglar del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes no es afectado por los vertimientos de la industria langostinera

1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Pregunta principal

¿Cómo se estaría afectando el ecosistema de manglar del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes al no contar con límites máximos permisibles en los vertimientos de la industria langostinera?

² Oxígeno disuelto, temperatura, pH, HAP, aceites y grasas.

Preguntas secundarias

- ¿Es el fitoplancton un adecuado indicador de contaminación ambiental asociado a esta actividad productiva?
- ¿Es la acuicultura de langostinos una actividad consuntiva o no consuntiva?
- ¿Se debería contar con un límite máximo permisible en la acuicultura de langostinos?

1.5. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar si se afecta o no el ecosistema de manglar del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes al no contar con límites máximos permisibles de los vertimientos de la industria langostinera y proponer una medida de control ambiental.

Objetivos específicos

- Evaluar si el fitoplancton es un indicador de contaminación ambiental que debería de tomarse en cuenta para su control.
- Evidenciar que la acuicultura de langostinos es una actividad consuntiva y esta podría afectar las funciones y/o estructura del manglar.
- Proponer un límite máximo permisible para los vertimientos de las langostineras.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL PERÚ

En 1864, el Congreso estadounidense entregó terrenos, donde actualmente se encuentra ubicado el Parque Nacional de Yosemite, al estado de California para “uso público, descanso y recreación” (Martínez Grimaldo, 2021), con la finalidad de preservar los espacios paisajísticos de Norteamérica frente a las actividades destructoras colonizadoras del oeste y la gran deforestación de bosques y contraposición al desarrollo de grandes ciudades (Greene, 1984). Nace así Yellowstone como el primer parque nacional de los Estados Unidos en 1872 (Martínez Grimaldo, 2021).

En el Perú, se marca un hito importante en la conservación y preservación de áreas frágiles, al crearse el Parque Nacional de Cutervo en el año 1961, siendo la primera área natural protegida del país (Dourojeanni, 2018). Este sistema ha pasado por dos sectores responsables a lo largo de su historia, teniendo sus inicios al Ministerio de Agricultura en los años 60' hasta el 2008 (Junta de Gobierno, 1963), que pasa a manos del Ministerio del Ambiente (en adelante, MINAM) (Consejo de Ministros, 2008). El periodo entre los años 1961 y 1963 se caracteriza por la creación e implementación de las áreas naturales protegidas (ANP), que estuvieron a cargo de una sucesión de oficinas, direcciones e instituciones de corta vida (Junta de Gobierno, 1963; Solano, 2009; Dourojeanni, 2015, 2018; Martínez Grimaldo, 2021). La Dirección General Forestal y de Fauna en 1992, estuvo a cargo de las ANP, y fue absorbida por el nuevo Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) (Ministerio de Agricultura, 1992). En este periodo se consolidan las normativas relacionadas a las facilidades legales, institucionales y financieras para desarrollar las ANP.

En la Figura 1 se presenta la línea de tiempo de las instituciones que estuvieron a cargo de las ANP hasta la actualidad:

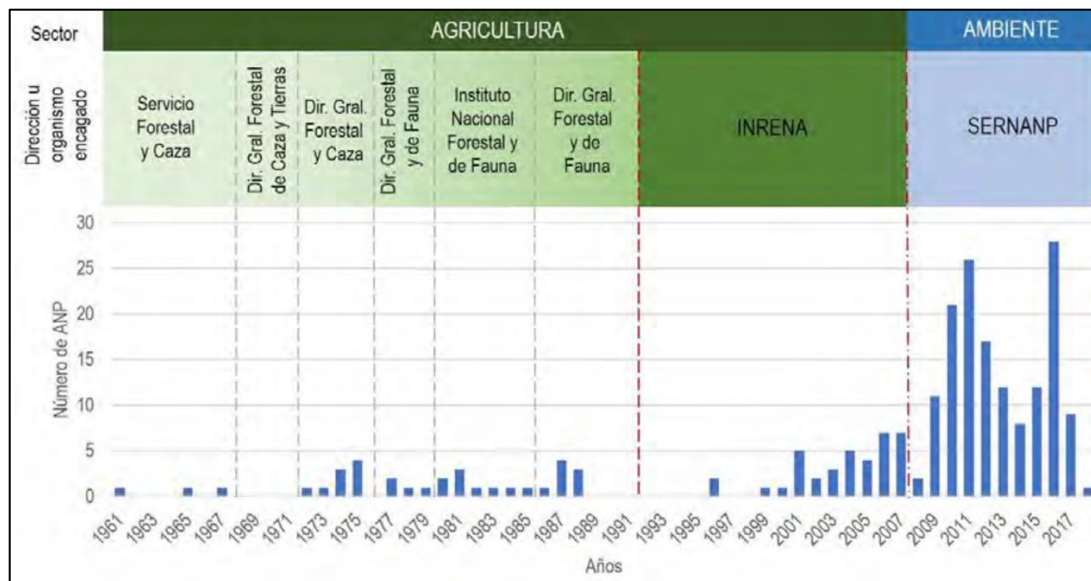


Figura 1. Instituciones responsables de las ANP durante la primera creación. Fuente: (Dourojeanni, 2018; Martínez Grimaldo, 2021).

En 1961 el Ministerio de Agricultura crea el Servicio Forestal y de Caza ratificado por la Ley Forestal N.º 14552 (Dourojeanni, 2018). En 1967, por la Ley de Promoción y Desarrollo del sector agropecuario se expropiaron los predios necesarios para crear parques nacionales y poder realizar investigación, crianza o preservación con fines de turismo, teniendo convenios con entidades nacionales e internacionales (Congreso de la República del Perú, 1967), y dándose las facilidades a la comunidad científica y/u organismos internacionales y luego se pudieran crear nuevas ANP.

Años más tarde, la gestión de las ANP pasó por cinco (5) diferentes direcciones, siendo en 1969, la Dirección General Forestal de Caza la primera que experimentó esta inestabilidad institucional y en 1987 nuevamente las ANP regresan a las manos de la Dirección General Forestal y de Fauna (Solano, 2009), hasta que, finalmente se establecen en el Programa Nacional de Parques Nacionales y otras Áreas Naturales Protegidas por el Estado, identificado también como “Parques Nacionales-Perú” (Martínez Grimaldo, 2021).

Unos años más tarde es conformado el SINANPE (Ministerio de Agricultura, 1990), donde los bosques de protección, los bosques nacionales, las reservas comunales y los cotos de caza forman parte del Sistema Nacional de Unidades de Conservación (SINUC). En 1992 se creó el INRENA que fue un organismo público descentralizado (Ministerio de Agricultura, 1992). Expertos en el tema, como (Solano, 2009), señalan que fue un organismo que pudo lograr un gran avance en el sistema; sin embargo,

careció de la fuerza necesaria para conseguir logros adicionales. Finalmente, en el 2008, el INRENA queda extinto debido a que parte de sus funciones se derivaron al Ministerio de Agricultura (Consejo de Ministros, 2008), y la tenencia de las ANP fue entregada al Servicio Nacional de Áreas Protegidas (en adelante, SERNANP) (Consejo de Ministros, 2008).

SERNANP es un organismo público técnico especializado adscrito al MINAM, teniendo como misión conducir el SINANPE, con un enfoque ecosistémico, integral y participativa (Congreso de la República del Perú, 2008b), importante en las coordinaciones interinstitucionales a nivel local. Este organismo, cuenta con dos órganos de línea, la Dirección de Desarrollo Estratégico y la Dirección de Gestión de las Áreas Naturales Protegidas, siendo estas las que reciben los reportes directamente de las jefaturas de las ANP (MINAM, 2008). Probablemente, el sector agrario sea la responsable de los primeros inicios en la gestión para la protección de las especies de flora, fauna y/o ecosistema, ya que estuvo al mando de la Compañía Administradora de Guano (CAG), protegiendo las aves guaneras, como: el “guanay”, el “piquero”, y el “pelícano” - especies principales - siendo responsable de la emisión de contratos para la extracción de guano y establecer los periodos de extracción después de la temporada alta de anidación (Zavalaga, 2015; Martínez Grimaldo, 2021).

Para 1963, la CAG dejó de funcionar, es así como las ANP y la administración del guano pasó por diversas instituciones del estado. Luego de la creación del MINAM, en el 2009, esta absorbió la administración de las 22 islas e islotes y 11 puntas del litoral peruano, teniendo la categoría de ANP.

Sin embargo, se tiene otra corriente antecesora a las ANP, como lo señala (Dourojeanni, 2018), iniciando el cambio de uso de suelo con setenta (70) ha de plantones, a cargo del Ministerio de Agricultura en la Región Lima Provincias, donde años más tarde, se convierte en umbral de la Reserva Nacional de Lachay (Ministerio de Agricultura, 1977). En 1972, en las reservas de los recursos pesqueros en los ríos Pacaya y Samiria, se amplió los cuerpos de agua para la protección del paiche, llegando a conformarse la Reserva Nacional Pacaya Samiria (Martínez Grimaldo, 2021).

Las ANP se dividen en tres grandes grupos. La primera es: las áreas de conservación nacional (ACN) teniendo una extensión de 19 456 554,91 ha, seguido de las áreas de conservación regional (ACR) con un área de 2 799 006,36 ha, y, por último, las áreas de conservación privada (ACP) con 280 199,37 ha, teniendo como finalidad la

preservación y conservación de los servicios ecosistémicos de los recursos naturales y valores culturales asociados (SERNANP, s/f). La superficie que abarca las ANP en el territorio nacional es del 17,25%, teniendo un total entre el ámbito marino y terrestre de 22 510 752,26 ha (SERNANP, s/f).

En la siguiente Figura 2, se puede visualizar la distribución de las ANP en todo el territorio nacional:

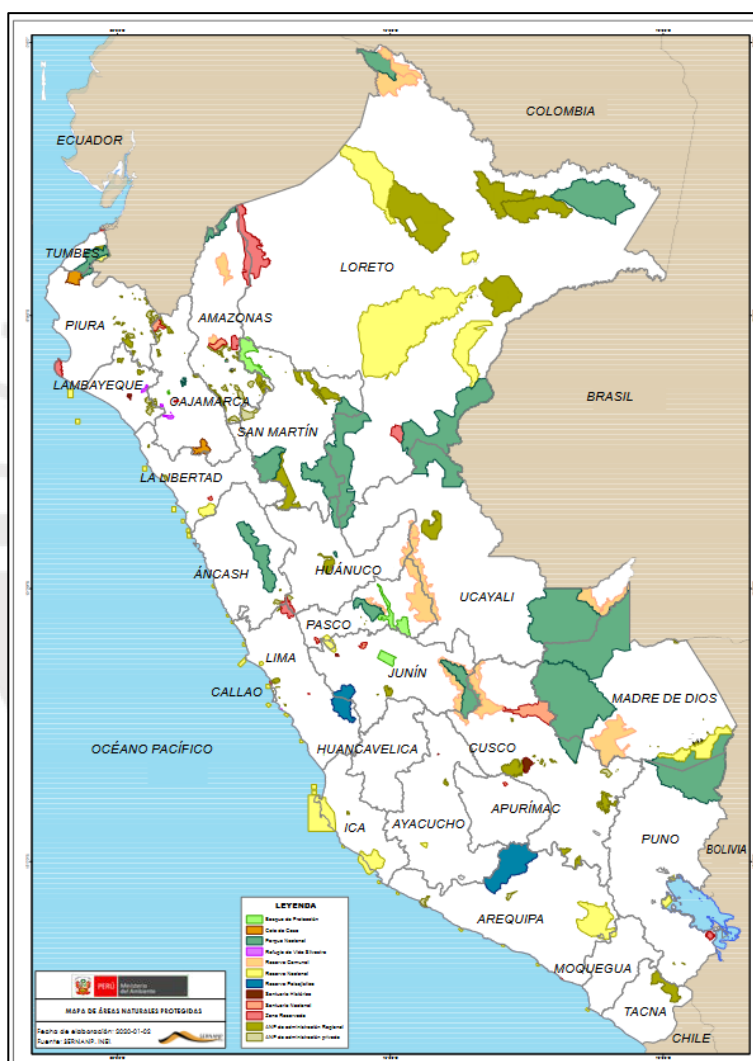


Figura 2. Mapa nacional de las ANP hasta junio de 2021. Fuente: (SERNANP, s/f).

De acuerdo a la categorización realizada por SENANP, las ANP son agrupadas de la siguiente manera: “parques nacionales, santuarios nacionales, santuarios históricos, reservas nacionales, reservas paisajísticas, bosques de protección, reservas comunales, cotos de caza y refugios de vida silvestre”. Las nueve categorías mencionadas corresponden a las categorías II a VI de la UICN (Solano, 2009).

Cabe señalar que la zonificación del territorio de la ANP es una herramienta de administración, que debe estar contenida en su respectivo Plan Maestro (en adelante, PM), permitiendo ordenar las actividades en su circunscripción. En la Figura 3, se esquematiza las zonas que pueden ser consideradas en cada área natural protegida:



Figura 3. Zonas que pueden ser consideradas en cada área natural protegida. Fuente: (SERNANP, 2014). Elaboración propia

La definición de zona de amortiguamiento nace en los años 80, cuando se advierte la necesidad de tener una mirada más amplia y crítica para aquellas actividades que se realicen en dicha área no perjudiquen la ANP (Solano, 2009). En el año 1997, las zonas de amortiguamiento fueron reconocidas en la Ley de Áreas Naturales Protegidas:

“Son zonas de amortiguamiento aquellas zonas adyacentes a las áreas naturales protegidas del Sistema, que por su naturaleza y ubicación

requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida” (Congreso de la República del Perú, 2008b, p. 2).

La naturaleza jurídica que tiene la zona de amortiguamiento tiene como finalidad la promoción de actividades económicas. Es así como lo explica (Solano, 2009) “la autoridad del área protegida más que cumplir un rol administrativo debe cumplir un rol promotor y de buen vecino, procurando alentar las actividades compatibles o sugeridas por el reglamento y desalentar, mediante el convencimiento, las actividades no compatibles”. Es importante aclarar que toda actividad que desea desarrollarse en cualquier zona de amortiguamiento de alguna ANP no debe de poner en riesgo el cumplimiento de los fines del ANP y se debe solicitar opinión vinculante favorable para poder ejercerla (Congreso de la República del Perú, 2008b).

2.2. ECOSISTEMAS DE MANGLAR

Los manglares son un ecosistema de bosques que tiene la característica de vivir en agua salada en las zonas tropicales y subtropicales del planeta (Alongi, 2014), ubicadas al norte del Perú, con la capacidad de albergar a 80 especies de flora y aproximadamente y 1 300 especies de fauna (Salem & Mercer, 2012), proporcionando servicios básicos como los recursos alimentarios, combustibles, guardería para peces, mamíferos y otra fauna semi-terrestres y acuática, depocentros para sedimentos, carbono, protección contra la erosión costera debido a tsunamis y tormentas intensas (Alongi, 2020). En la Figura 4, se muestra los mangles en el SNLMT:



Figura 4. Fotografía del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes. (Foto R. Vargas, 2021).

2.2.1. Los manglares y su distribución a nivel mundial

El ecosistema de manglar cuenta con una extensión relativamente pequeña en el mundo, abarcando 152 361 ha (Spalding et al., 2011; Martínez Grimaldo, 2021), lo que representa alrededor del 1 % de los bosques de tipo tropical y subtropical. Estos están distribuidos en 123 países, 60% se encuentra en 12 países, visualizándose en la Figura 5:

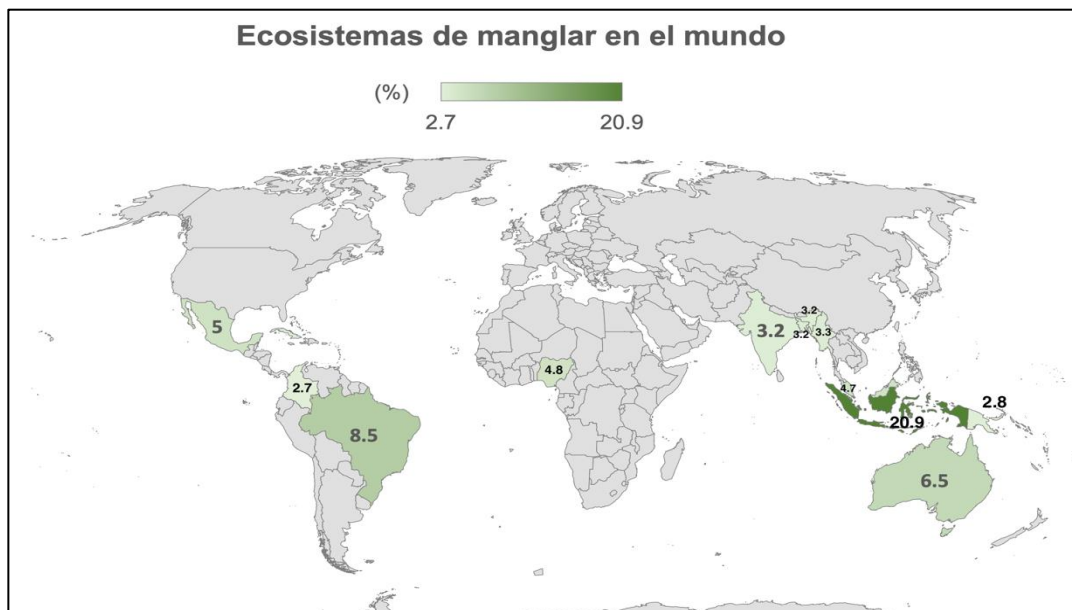


Figura 5. Distribución de ecosistema de manglar, Fuente:(Martínez Grimaldo, 2021; Spalding et al., 2011). Elaboración propia realizada en Microsoft Excel y con información de Bing.

Los manglares, son un ecosistema sumamente frágil, donde solo el 25 % sujeta a algún régimen de protección (Spalding et al., 2011). Estos ecosistemas han sido desprovisto en su extensión a la acuicultura de langostinos, como también a las actividades agrícolas, la densidad y planificación urbana y la sobreexplotación de los recursos naturales suman las evidentes consecuencias del cambio climático (Martínez Grimaldo, 2021). Para el año 1983, organismos internacionales como la FAO, UNESCO y el PNUMA (FAO, 1983), toman importancia de estos ecosistemas y los incluyen como bosques que necesitan atención prioritaria, sea por su importancia y su vulnerabilidad y que además estaban siendo sometidos a procesos acelerados de degradación (Martínez Grimaldo, 2021).

Los manglares son de gran importancia en diversos aspectos, una de ellos es lo social, donde los pobladores locales que habitan en ellos, usan los recursos provenientes del mangle, como la leña para cocinar sus alimentos, madera para realizar muebles, también es usado como material de construcción, productos hidrobiológicos para autoconsumo, etc. (Spalding et al., 2011; Martínez Grimaldo, 2021). Entre el 14,5 y 30% de estos ecosistemas contribuyen al ingreso familiar para las poblaciones que habitan en los bosques de manglar, mejorando la sostenibilidad de las economías familiares (Hussain & Badola, 2010; Martínez Grimaldo, 2021). Por otro lado, los manglares brindan protección y estabilidad en la línea costera, fertilizan las aguas costeras con nutrientes, y contribuyen a contar con viveros naturales de cangrejos, langostinos, moluscos bivalvos y peces (Bailey,

1988; Lacerda et al., 1993; Mitra, 2013; Martínez Grimaldo, 2021). En la Figura 6, se muestran los “servicios de provisión, regulación de soporte y culturales” que brindan el ecosistema manglar:

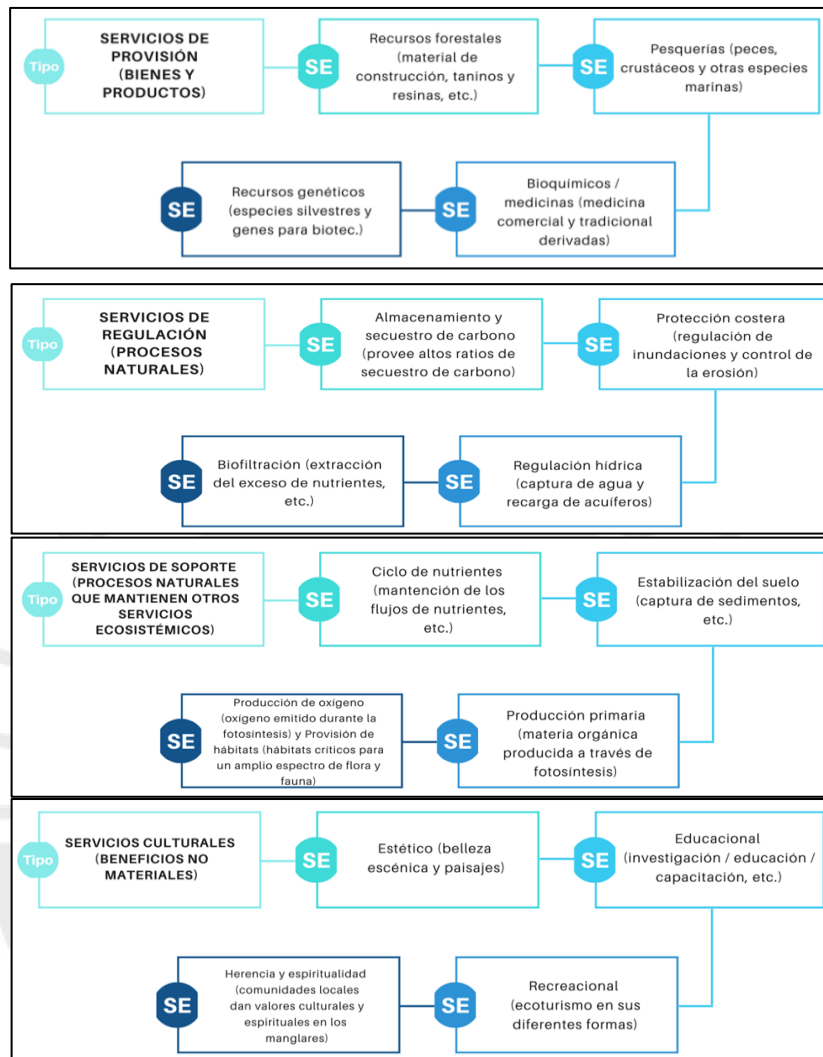


Figura 6. Esquematación de los servicios ecosistémicos provistos por el ecosistema de manglar. Fuente: Adaptado a la información brindada por (Lavieren, 2012). Elaboración propia.

En las costas de Brasil, Colombia, Venezuela y Guayana (Gorman, 2018; Martínez Grimaldo, 2021) hay solo 11 especies de mangle, pero suficiente para albergar 140 especies de aves y 200 de peces (Lacerda & Schaeffer-Novelli, 1999; Martínez Grimaldo, 2021).

Expertos en la materia como (Gorman, 2018), señalan que se ha perdido alrededor de 11 % de manglares en Sudamérica desde los 80' hasta el 2005, y Perú llega a ser el país más afectado en el porcentaje de pérdida del ecosistema, con 45 % aproximadamente, seguido por el Ecuador con más de 25 %. Entre los principales

causas que han generado gran pérdida en estos países están los fenómenos geofísicos - tsunamis, tormentas tropicales, fenómeno El Niño, etc. (Martínez Grimaldo, 2021), y también los factores antrópicos, como la explotación de recursos como madera, carbón, conversión de uso de suelo en pozas langostineras, campos de cultivos, construcción de infraestructura, etc. (Gorman, 2018). Cabe señalar que, la responsable de la conversión y/o pérdida de los ecosistemas de mangle ha sido la acuicultura, esto debido a la construcción de pozas langostineras (Lacerda et al., 1993; Martínez-Alier, 2001; Gorman, 2018; Martínez Grimaldo, 2021). En la Figura 7, se muestra la distribución de los manglares en cada país sudamericano.

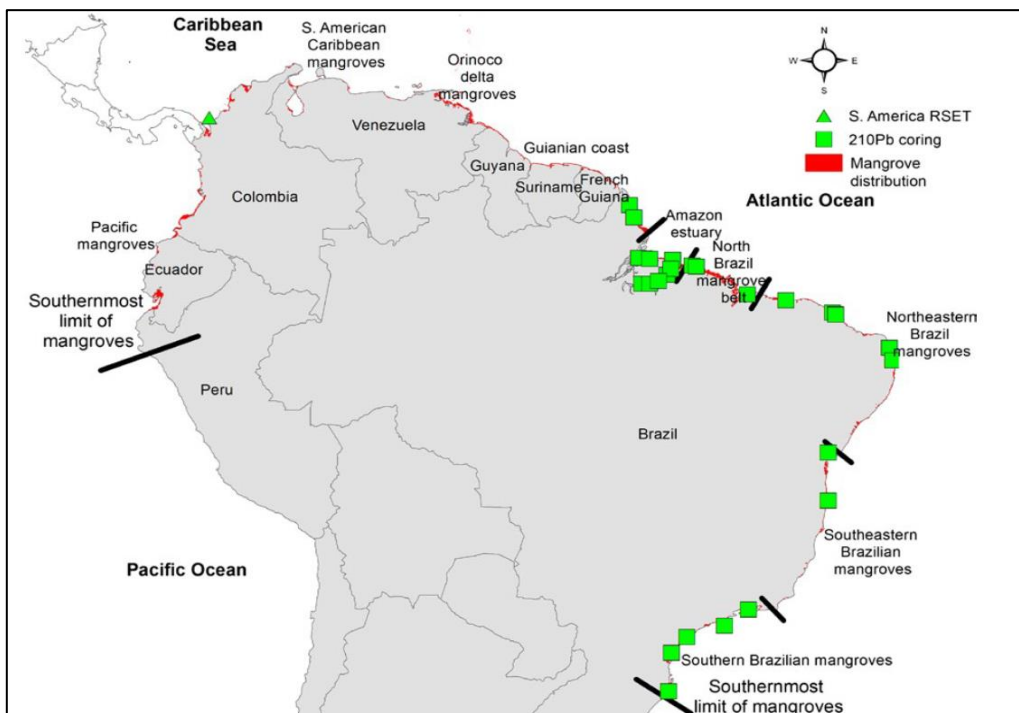


Figura 7. Distribución de manglares de Sudamérica. Fuente: (Ward et al., 2016, p. 8).

2.2.2. Los manglares en el Perú

En la zona más cercana a la línea ecuatorial se encuentra el departamento de Tumbes, distritos de Corrales y Tumbes en la provincia de Tumbes, y distrito y provincia de Zarumilla, con una extensión total de 5 722 ha (INRENA, 1996). En este departamento existen cinco especies de mangle de las 73 en total: “*Rhizophora mangle* o mangle rojo, *Rhizophora harrisonii* o mangle colorado, *Avicenia germinans* o mangle negro, *Laguncularia racemosa* o mangle blanco, y *Conocarpus erectus* o mangle piña” (Takahashi & Martínez, 2015), con gran diversidad biológica destacando la *Anadara tuberculosa*, mejor conocida como “concha negra”, y *Ucides*

occidentales, comúnmente llamado cangrejo de manglar, además de albergar aves, mamíferos, reptiles, etc. (INRENA, 2007).

Es importante mencionar que este ecosistema no solamente está conformado por arboles de mangle sino que existen finos estratos que le dan su particular riqueza y belleza escénica (Martínez Grimaldo, 2021). Los manglares cuentan con diversos tipos de vegetación descritos en la Figura 8:

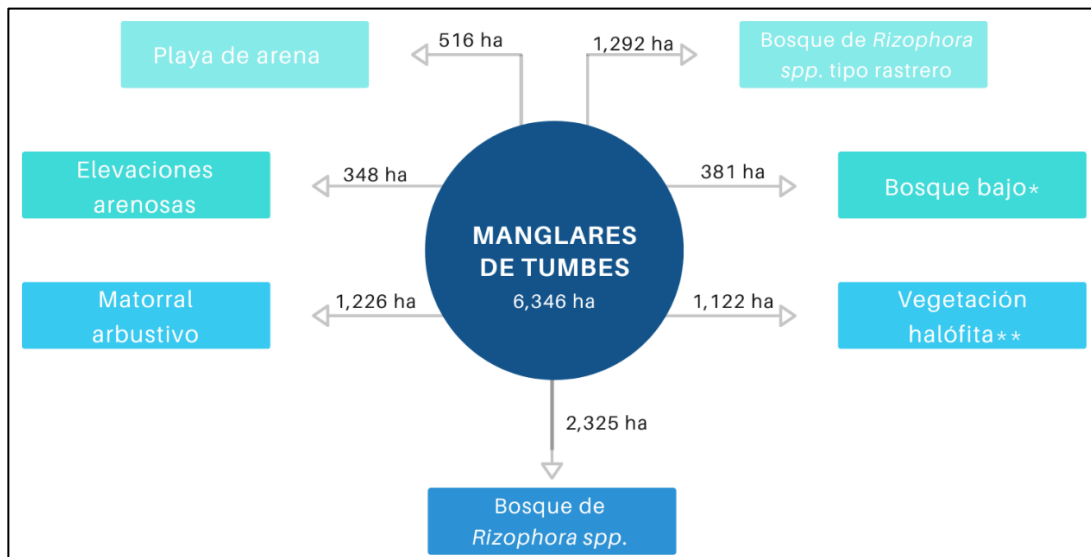


Figura 8. Tipos de vegetación en los manglares de Tumbes. * Incluye rodales dispersos de *Avicenia* sp., *Laguncularia* sp. y *Conocarpus* sp. ** Incluye vegetación halófitas y áreas hipersalinas sin vegetación. Fuente: (INRENA, 1996, 2007; Takahashi & Martínez, 2015). Elaboración propia.

2.2.3. Hidrografía del manglar

El departamento de Tumbes está en la cuenca del Pacífico, cuenca transfronteriza Puyango – Tumbes, cubriendo 1806 km² para Perú (Tumbes) y 3044 km² para Ecuador (El Oro y Loja), cruzando los ríos Tumbes y Zarumilla. El río Tumbes nace en el Ecuador con el nombre de Puyango, 230 km fluyen en territorio peruano, siendo el único río navegable del país (ANA, 2019). Alrededor de 20 % de su volumen es utilizado para la generación de energía eléctrica (ANA, 2019). Asimismo, Perú lo aprovecha para abastecer de agua potable a las ciudades de Tumbes y Corrales, además para la agricultura y otros usos productivos debido a que cuenta con un régimen de caudal permanente durante todo el año (ANA, 2019), además de ser rico en su diversidad biológica con especies endémicas como el cocodrilo de Tumbes, el mono aullador de Tumbes y la nutria del noroeste (Martínez Grimaldo, 2021). Lamentablemente, este cuerpo hídrico se encuentra contaminado

con cianuro y metales pesados debido a las actividades minero – artesanales del oro en la zona alta de la cuenca del Ecuador (Marshall et al., 2018). De igual manera, es afectado por la agricultura peruana mediante la presencia de nitritos, nitratos, fosfatos y pesticidas. Por otro lado, el río Zarumilla nace en la cordillera de Tahuin, La Palma, Ecuador, desembocando en el mar, conocido como Canal Internacional, teniendo 62.6 km de recorrido en territorio peruano (ANA, 2019).

Durante la marea alta, o pleamar, tiene una profundidad de 1,0 a 3,5 m, el agua del mar pasa a los esteros y es distribuida entre los mangles a través de ellos. En la marea baja, o bajamar, el agua regresa al mar, acarreando nutrientes, sedimentos y sales. Este fenómeno explica la riqueza biológica que existe en el mangle (Flores et al., 2013; INRENA, 2007; Martínez Grimaldo, 2021). Dicha condición ha sido alterada por la industria langostinera ya que gran parte de las zonas que desaguan en los esteros han sido cercadas por las instalaciones de las estaciones de bombeo, construcción de estanques, la remoción de material y acumulación en forma de diques (Takahashi & Martínez, 2015).

2.2.4. El efecto del cambio climático en los manglares

De acuerdo al informe presentado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) titulado “Calentamiento global de 1,5 °C - Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C”, las actividades antrópicas después de la revolución industrial han causado el aumento de 1,0 °C, teniendo consigo consecuencias negativas en el mundo por la constante emisión de GEI (IPCC, 2022).

Los efectos que podría causar el cambio climático en el Perú, es la mayor presencia de eventos naturales de El Niño, generando impactos negativos en el ecosistema vinculados directamente a las lluvias, provocando inundaciones, colmatando los esteros y modificando los canales e islas, incluyendo a los eventos de los años 1925-26, 1940-41, 1982-83, y 1997-98 (CDC, 1986; INRENA, 2007). De igual manera, el aumento de niveles de agua dificultaría directamente a los extractores, debido a que necesitan que la marea sea baja para ingresar al manglar (Fajardo Urbina, 2015). Asimismo, con la intensidad de las lluvias, reduciría la salinidad del manglar, teniendo un impacto asociado a la mortandad de las especies *Rhizophora mangle* o mangle rojo y del *Avicennia germinans* o mangle salado (INRENA, 2001),

esto conlleva a la reducción del hábitat y consiguiente pérdida de poblaciones de conchas negras y cangrejos del manglar (Martínez Grimaldo, 2021).

Todos esos impactos podrían influir directamente en la distribución, extensión y ratios de crecimiento de los bosques de manglar a nivel mundial, así como en su composición y productividad. No obstante, esto dependerá de la vulnerabilidad relativa de cada ecosistema manglar específico (Di Nitto et al., 2014; IPCC, 2019).

Los impactos del cambio climático son mayormente negativos para los ecosistemas de manglar, aunque existen de desarrollo de la capacidad de respuesta y adaptación. El comportamiento del mangle aún no es comprendido en su totalidad (Godoy & Lacerda, 2015).

2.3. LA ACUICULTURA

La acuicultura, o también llamada acuicultura, se define como aquel conjunto de actividades, técnicas y/o conocimientos que se dedica a la crianza de especies acuáticas, sea animal (peces, mariscos, crustáceos) o vegetal (algas). La acuicultura es desarrollada en agua de mar o en aguas continentales, esto dependerá de las especies a cultivar, bajo condiciones controladas y al cuidado de especialistas (Instituto Nacional de la Economía, 2018). Esta actividad se remonta a China, aproximadamente en el año 3 800 a. C., también en Babilonia, Egipto, Grecia y, junto a las del continente americano, dejaron un legado sobre el cultivo de especies acuáticas. Dicha actividad ha tenido diversas fases durante la historia de la humanidad, desde el imponente imperio romano donde inventan y popularizan entre las familias nobles romanas tener estanques de cultivo en las casas, hasta las abadías y monasterios que pudieron recuperar tecnologías para el desarrollo acuícola. En enero de 1852, se crea en Huningue (una localidad francesa) el primer centro de estudios especializado en acuicultura. En la Figura 9, se muestra una línea de tiempo del comportamiento y avances tecnológicos de la acuicultura:

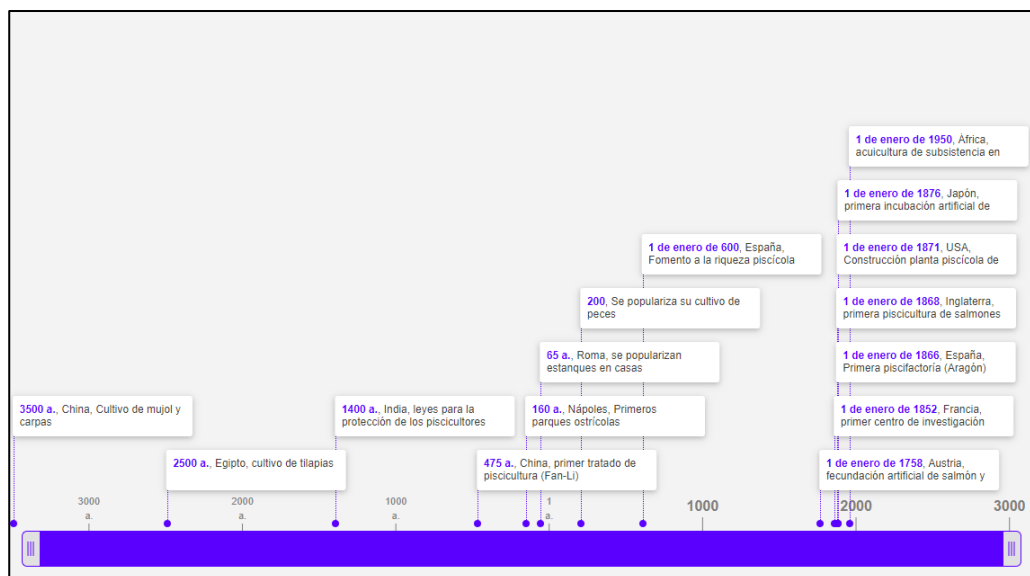


Figura 9. Línea de tiempo de la acuicultura. Fuente: (Timetoast timelines, 2022).

Restos arqueológicos prueban que desde la cultura Caral, 4 500 a 4 800 a. C., los peruanos aprovecharon esta fuente de carne para su nutrición y alimentación (Ruiz, 2012). Siglos después, con la llegada de los españoles se rompió la relación de poblador y mar, pues se obstruye el libre tránsito en las zonas costeras para dar inicio a los cambios en las estructuras sociales prehispánicas. Asimismo, por la ambición extractivista de los españoles por los metales preciosos como el oro, se priorizó la minería hasta el siglo XX, donde se retoma la importancia de la acuicultura (Ruiz, 2012).

Expertos en la materia como (Ruiz, 2012), relatan que, en el Perú, la acuicultura empieza a desarrollarse en los 20, introduciéndose la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en las zonas altoandinas (ríos, lagos y lagunas) como uso deportivo de los mineros provenientes del continente europeo. Años más tarde (los 70), empezó a introducirse en las zonas sur y norte mediante la crianza de jaula y estanques en cuerpos de agua como lagos y lagunas. De igual manera, los langostinos de especies *Litopeneus vannamei* y *L. stylirostris* y las conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el litoral norteño.

Ecuador es el principal productor y exportador mundial de *L. vannamei*, mientras que la *A. purpuratus* es una de las especies más importante para la acuicultura peruana. Actualmente, se desarrolla en las bahías de Sechura, Samanco, Tortugas, Los Chimus, Callao, Paracas y bahía independencia. Asimismo, siguieron introduciéndose especies como la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y el camarón gigante (*Macrobrachium rosenbergii*) mientras que en la zona selvática se impulsó la crianza de peces

amazónicos entre los que destacan la gamitana (*Colossoma macropomun*) y el paiche (*Arapaima gigas*) (Ruiz, 2012).

Políticamente, la Dirección General de Acuicultura (en adelante, DGA) es la responsable de brindar los lineamientos del subsector y de la normativa correspondiente. Una de las normas que ha sido impulsada es la Ley 27460, Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura (Congreso de la República del Perú, 2001a), teniendo en su contenido en promover y regular la acuicultura en sus diferentes formas (Ruiz, 2012). Sin embargo, esta norma ha omitido regulaciones ambientales, dado que, hace 6 años, se omitía los trámites de la Licencia de Uso de agua, no dejando claro los caudales necesarios que demandarían y si, afectaría en la oferta de los cuerpos hídricos. Hasta la fecha, no se encuentra obligada en gestionar la autorización de vertimiento y control de vertimientos generados por las langostineras y vertidas a la ANP SNLMT.

En el 2007, PRODUCE presenta la “Guía para la presentación de reportes de monitoreo en acuicultura”, aprobada mediante la Resolución Ministerial N.º 168-2007-PRODUCE, obligando a los centros acuícolas que cuentan con una DIA (Declaración de Impacto Ambiental), EIA (Estudio de Impacto Ambiental) o PAMA (Programa de Adecuación de Manejo Ambiental) y a la presentación de los reportes de monitoreo con un periodo semestral a las Gerencias Regionales de Producción (PRODUCE, 2007a).

Al año siguiente, PRODUCE llega a tener la competencia de los subsectores de pesca, acuicultura, industria y de comercio interno, obteniendo el ordenamiento y control de la pesca industrial y de acuicultura de mayor escala; así como también, se define las competencias entre los gerencias regionales y locales, según la jurisdicción que corresponda. Esto gracias al Decreto Legislativo D.L. N.º 1047, que aprueba la “Ley de Organización y Funciones del Ministerio de la Producción” (Congreso de la República del Perú, 2008a).

En el 2010, con el apoyo de los organismos del estado y del sector privado dedicadas al subsector y, con apoyo de la FAO mediante el proyecto TCP/PER/1301³ nace el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura (en adelante, PNDA) elaborado por la DGA, siendo la guía para el desarrollo acuícola durante el periodo 2010 – 2021 (PRODUCE, 2010).

³ Estrategia Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Acuicultura en el Perú.

Años más tarde, en el 2012, a diferencia del Decreto Legislativo N.º 1047, el “Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de la Producción”, define de manera clara las competencias de las AMYGE, siendo responsable los organismos centrales (DGAAMPA), mientras que, los gobiernos regionales y locales es competencia de las AREL y AMYPE (PRODUCE, 2012).

Para el 2015, con la promulgación del Decreto Legislativo N.º 1195, se aprueba la “Ley General de Acuicultura” (vigente a la fecha), fortaleciendo el desarrollo del subsector en sus diferentes ciclos productivos y medios, sea marino, estuario y continental, definiéndola como una actividad sostenible económicamente y de armonía con el ambiente e inocuidad de los recursos y productos hidrobiológicos, destacando la fuente de alimentos y generación de empleo, entre otros beneficios (Consejo de Ministros, 2015). En la Figura 10, se explica las categorías productivas que han sido definidas mediante el Decreto Supremo N.º 003-2016-PRODUCE y es modificada con el Decreto Supremo N.º 002-2020-PRODUCE:

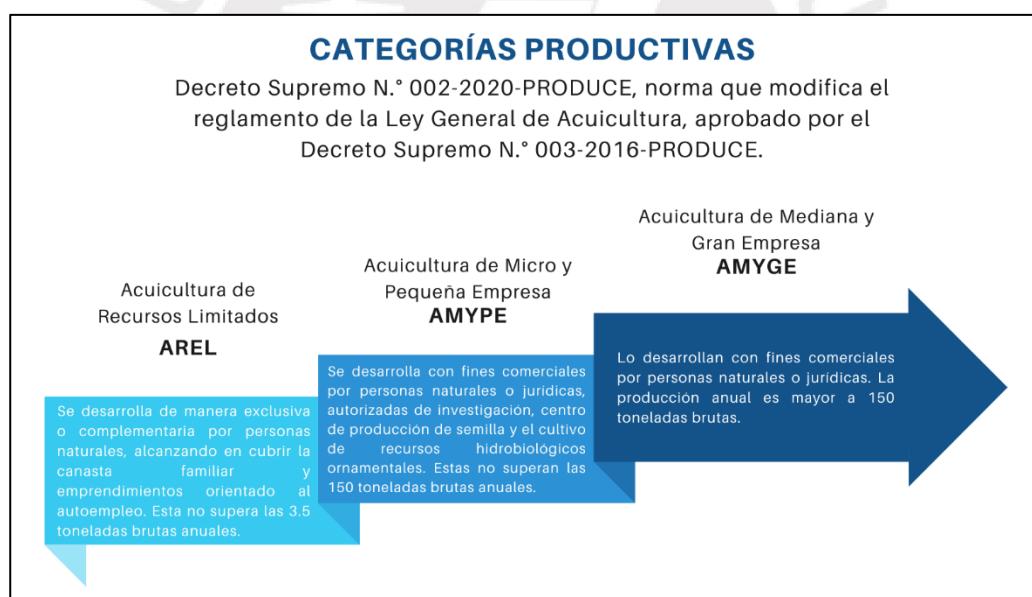


Figura 10. Categoría productiva de la acuicultura en el Perú, artículo 10º. Fuente: (PRODUCE, 2020). Elaboración propia.

En el 2018, gracias a los esfuerzos realizados por el MINAM y organismos vinculados, respecto a los vertimientos de los “Establecimientos Industriales Pesqueros” (EIP), de “Consumo Humano Directo” (CHD) y “Consumo Humano Indirecto” (CHI), se llega a contar con los Límites Máximos Permisibles (LMP) con el Decreto Supremo N.º 010-2018-MINAM, donde obliga a cumplir con dicha norma a efluentes con disposición final en cuerpos marinos o continentales – sean lóticos o lénticos – a excepción de las EIP

que disponen sus efluentes en la red de alcantarillado o reúso (MINAM, 2018). Actualmente, no se cuenta con LMP para los efluentes de CPA de langostinos. En la Figura 11, se expresa el comportamiento ascendente de los derechos acuícolas otorgados, desde sus inicios en el año 1994, pasando en el 2001 por la vigencia de la Ley 27460, “Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura” (Congreso de la República del Perú, 2001a), teniendo en su contenido en promover y regular la acuicultura en sus diferentes formas (Ruiz, 2012) la Ley 27460, “Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura” (Congreso de la República del Perú, 2001a), teniendo en su contenido en promover y regular la acuicultura en sus diferentes formas (Ruiz, 2012), hasta junio de 2022. Cabe señalar que 2014 hasta el 2019, se mantuvo un comportamiento ascendente respecto al año anterior, sin embargo, en el 2020, tuvo una pequeña recesión casi igual al del 2017, esto debido al aislamiento social obligatorio establecido por el Estado de Emergencia por el brote de COVID-19, dando instituciones públicas y privadas tuvieron que replantear medidas a la nueva normalidad (modo remoto – virtual). Cabe señalar que, en el 2021, donde aún los casos de letalidad de COVID-19 era alta, se pudo consagrar como el año que otorgó más derechos acuícolas, siendo ésta 2765.

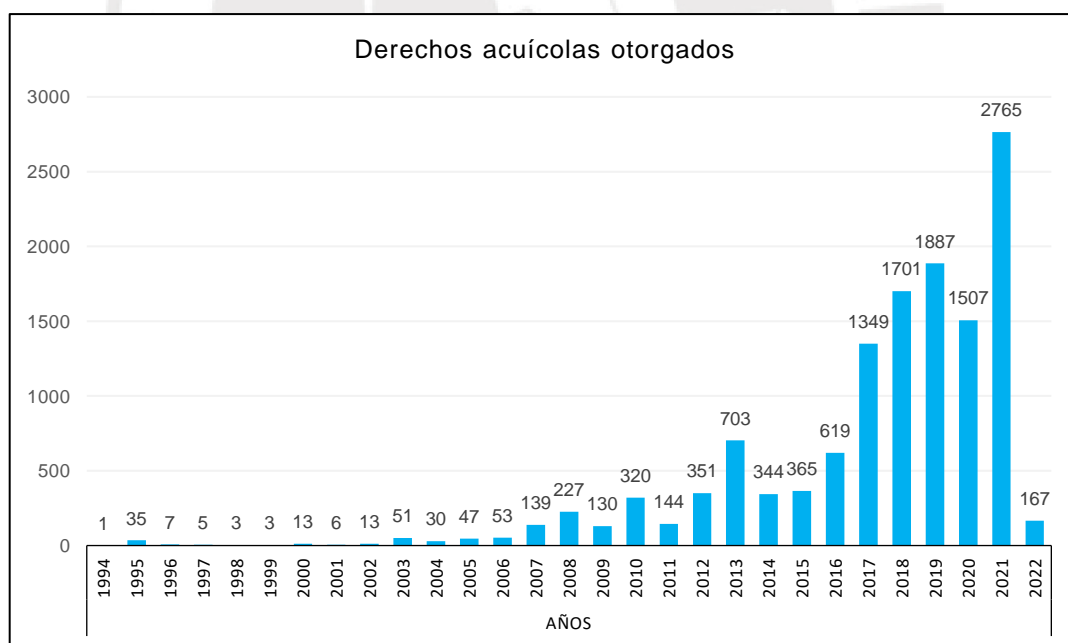


Figura 11. Derechos acuícolas otorgados desde 1994 hasta junio de 2022 (PRODUCE, 2022). Elaboración propia.

2.3.1. Producción acuícola

En febrero de 2020, ocurrió el brote de COVID-19 a nivel mundial, donde la producción mundial se mantuvo y hasta subió un 2,7 % en comparación al 2019, teniendo un

comportamiento más bajo de los últimos 40 años respecto al crecimiento anual. Respecto al pasado decenio, donde se ha comparado en el mismo periodo, se ha tenido un incremento neto de 2,3 millones de Tn (FAO, 2022). El total de la producción acuícola llegó a 87,5 millones de Tn, siendo estos para su uso como alimentos destinados al consumo humano, 35,1 millones de Tn de algas para usos y no alimentarios y 700 Tn de conchas y perlas para uso ornamental, teniendo un total de peso vivo 122,6 millones de Tn para el 2020 (FAO, 2022). En este mismo año, los peces de aleta cultivados lograron los 57,5 millones de Tn (146 100 millones de USD), que contenían 49,1 millones de Tn procedentes de la acuicultura continental (109 800 millones de USD) y 8,3 millones de Tn del cultivo marino y la acuicultura costera (36 200 millones de USD). “La producción de otras especies de animales acuáticos cultivados consiguió los 17,7 millones de Tn de moluscos, principalmente bivalvos (29 800 millones de USD), 11,2 millones de Tn de crustáceos (81 500 millones de USD), 525 000 Tn de invertebrados acuáticos (2 500 millones de USD) y 537 000 Tn de especies semiacuáticas como tortugas y ranas (5 000 millones de USD)” (FAO, 2022).

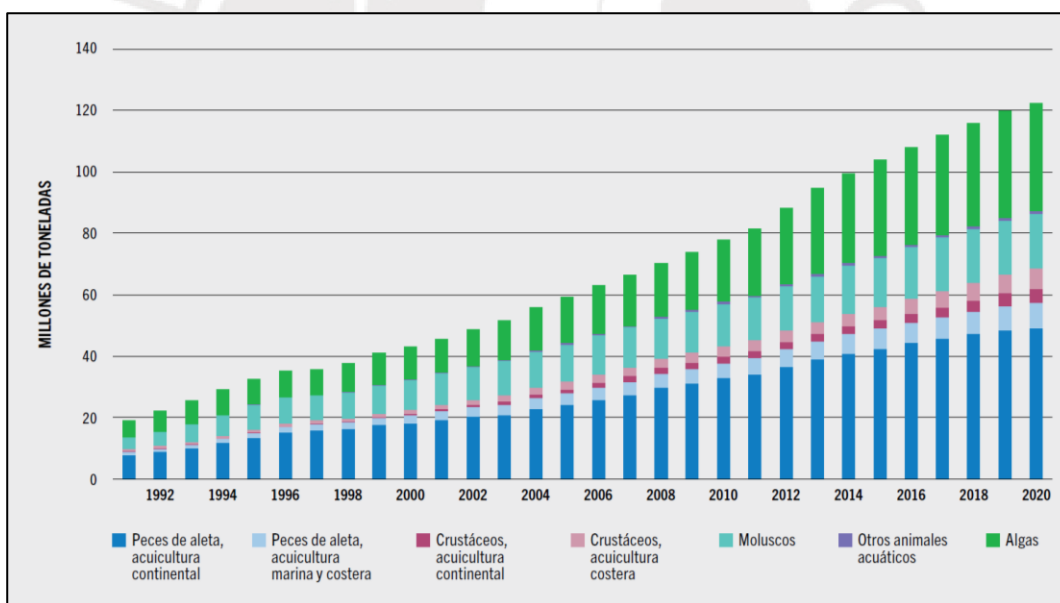


Figura 12. Producción acuícola mundial en el periodo de 1991 – 2020. **Fuente:** (FAO, 2022, p. 58).

La producción de otras especies de animales acuáticos cultivados logró los 17,7 millones de Tn de moluscos (29 800 millones de USD), principalmente bivalvos, 11,2 millones de Tn de crustáceos (81 500 millones de USD), 525 000 Tn de invertebrados acuáticos (2 500 millones de USD) y 537 000 Tn de especies semiacuáticas como las tortugas y las ranas (5 000 millones de USD) (FAO, 2022). Para el caso peruano, se estima un crecimiento del 28,2 %, equivalente a 40 mil toneladas, siendo penúltimo con

Argentina en la región americana. En la Figura 13, se muestra la contribución regional a la producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura:

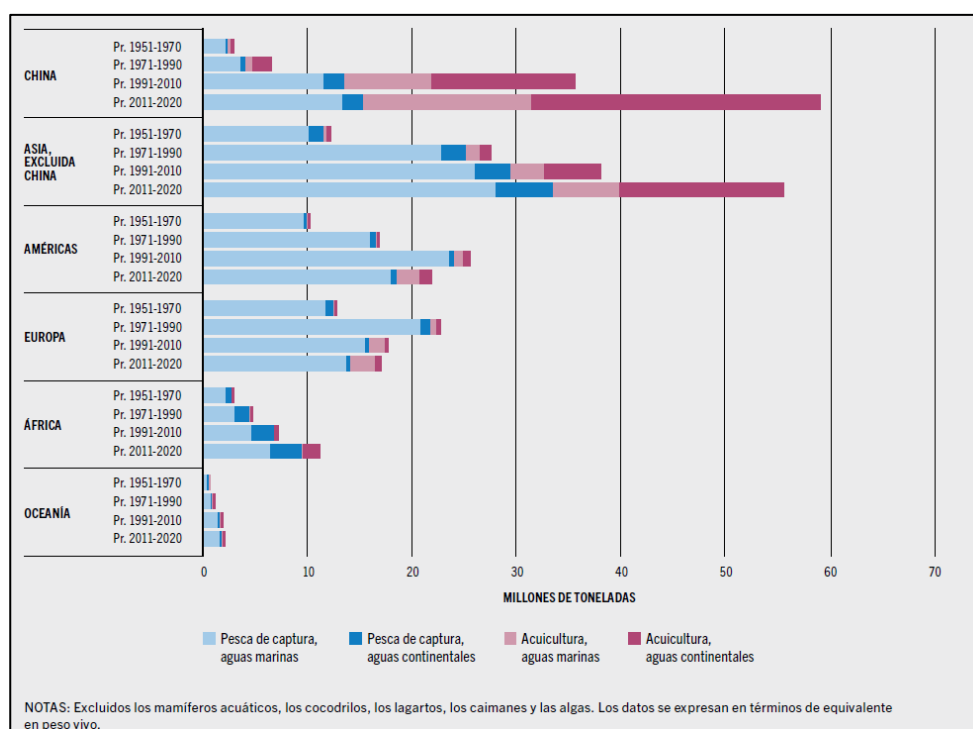


Figura 13. Contribución regional a la producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura desde 1951 a 2020. Fuente: (FAO, 2022, p. 39).

El principal productor en el 2020, lo consiguió China, “con un 35 % del total, seguida de la India (8 %), Indonesia (7 %), Vietnam (5 %) y Perú (3 %). Corresponden a estos países aproximadamente el 58 % de la producción pesquera y acuícola de animales acuáticos a nivel mundial en 2020” (FAO, 2022).

2.3.2. Producción acuícola peruana

Expertos en el tema como (Ruiz, 2012) y (Baltazar et al., 2014), relatan que la acuicultura tiene sus inicios en el siglo pasado (1920) con la introducción de la trucha arcoíris, siendo la especie (*Oncorhynchus mykiss*) en los lagos, lagunas y ríos andinos para el uso deportivo de los mineros provenientes de Europa. Para (FAO, 1984), y en el año 1925, se introduce la trucha por primera vez, de la especie (*Salmo gairdneri*) con la importación de 50 000 ovas embrionadas procedentes de los Estados Unidos Americanos, en un criadero particular a orillas de cuerpos de agua (río Mantaro), en la Oroya, donde se realizaron las primeras siembras de esta especie en los ríos andinos. Lo que, si se tiene claro, que la especie de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* es la actualmente se siembra y cosecha en las zonas

andinas del país. En 1934, el sector privado toma la iniciativa en instalar el primer criadero de truchas en el departamento de Junín, en el distrito de Quichay, donde, posteriormente a este, en el distrito de Concepción, siendo este el segundo, donde en el año 1940, llega a pasar al poder del estado, convirtiéndose en la estación de piscicultura de Junín. Ese mismo año, en las zona norte altoandina del país, se crea la estación de piscicultura en el Lago Titicaca, incrementando la producción piscícola (FAO, 1984). Se puede decir, que por las características geográficas y de clima de la sierra, está fundamentalmente ligada a la truchicultura, por ser especies de aguas frías. Otra especie introducida en la región andina, dado en los años 1950, es el pejerrey de río (*Basilichthys bonariensis*), en un lago cerca de Oruro, en Bolivia. Migrando hasta el Lago Titicaca y su cuenca entre los años 1955 a 1956, desplazando las especies nativas en estos cuerpos de agua y adaptándose (FAO, 1984).

Estas especies son cultivadas en estanques de flujo continuo o, comúnmente llamada en inglés “*raceways*”, permitiendo la circulación del agua. Normalmente y por las características que las AMYPE, solo emplean los sistemas de alimentación manual, existen pocas empresas donde adoptan seleccionadores electrónicos y mangas de cosecha (Baltazar et al., 2014). Como también, es utilizado las jaulas flotantes en lagos y lagunas, teniendo como características ser metálicos con dimensiones de 5 x 5 m, 10 x 10 m y 15 x 15 m, así también, son de madera, hechos de palos del árbol de eucalipto, pero con dimensiones menores, entre 5 x 5 m y 7 x 7 m, pero a diferencia de las metálicas, en estas las empresas han desarrollado jaulas hexagonales y octagonales de 5 m por cada lado, empleadas para el engorde y contener mayor densidad (Baltazar et al., 2014). Como se mencionó anteriormente, las ovas son importadas, siendo el principal proveedor Estados Unidos con el 79%, “seguido de Dinamarca con el 12% y el 9 % representado por España, Chile e Inglaterra” (Ramírez et al., 2016). La exportación de trucha arcoíris ha estado en aumento desde el 2017 hasta el 2021, teniendo como principal país destino en el 2021 a Japón (46 %), como segundo a Estados Unidos (24 %) y Canadá (15 %). En la Figura 14, se muestra un diagrama de las toneladas exportadas de trucha arcoíris a países destino en el 2021:

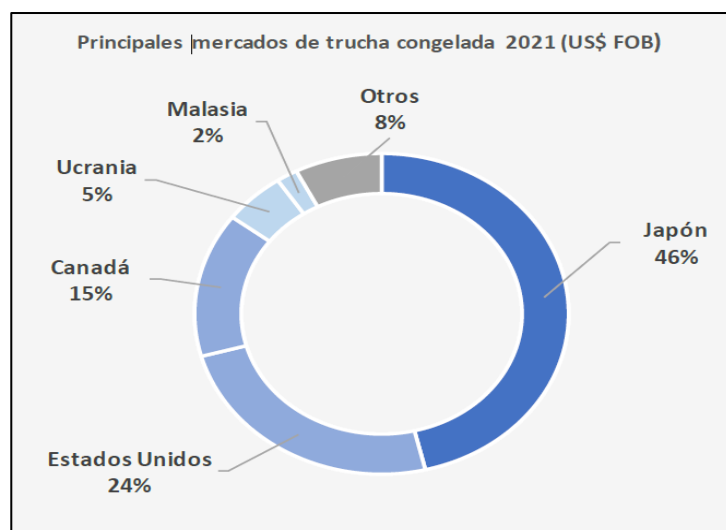


Figura 14. Diagrama de las toneladas exportadas de trucha arcoíris a países destino 2021. Fuente: (PromPerú, 2022).

Durante el 2021, las exportaciones de este producto han sufrido un crecimiento en valor del 31 % aproximadamente, respecto al 2020, alcanzando los US \$ 45 millones. Este aumento ha sido gracias a los mayores envíos de filetes, creciendo alrededor de un 30 %, donde sus mercados internacionales destinos fueron Japón, Estados Unidos y Canadá (PromPerú, 2022). Mientras que, cerca de 29 % es el efecto del crecimiento en los productos congelados de trucha entera, siendo el mercado ucraniano el de mayores envíos realizados (+114 %). Actualmente, este escenario pueda cambiar de manera abrupta por el conflicto armado entre Rusia y a la alza significativa de los insumos clave de los alimentos acuícolas (PromPerú, 2022). En la Figura 15, se muestra el comportamiento de las exportaciones de trucha congelada:

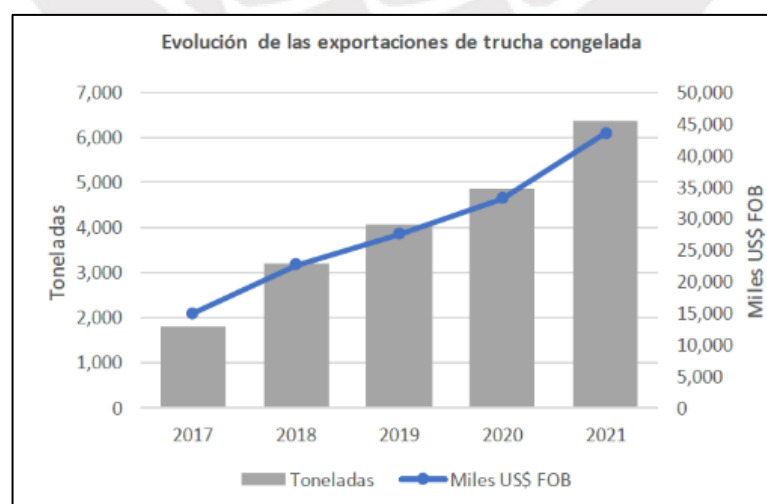


Figura 15. Diagrama del comportamiento de las exportaciones de trucha congelada. Fuente: (PromPerú, 2022, p. 33)

Por otro lado, las principales empresas exportadoras de trucha arcoíris en el 2021 fueron: Mar Andino Perú S.A.C. (15,331 TM), Peruvian Andean Trout S.A.C. (12,775 TM) y Piscifactorias de los Andes S.A. (9,028 TM) (PromPerú, 2022).

2.3.3. Cultivo de peces marinos

Las lisas (*Mugil sp.*), una especie que ha sido casi en forma exclusiva y rudimentaria tiempos muy remotos. En el 1966, la Albufera de Medio Mundo -actualmente, Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo- se realizaron cultivos intensivos y extensivos con las especies *Mugil cephalus* y *M. curema*, no teniendo éxito. Para el sur del país, se instalaron jaulas y corrales en lagunas costeras en la Península de Paracas, región de Ica, obteniendo resultados desfavorables desde el enfoque económico (FAO, 1984). Actualmente, organismos del estado como el “Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura” (PNIPA), impulsa el desarrollo del cultivo de peces marinos, teniendo subproyectos en ejecución referidos al lenguado (*Paralichthys adspersus*) con producción en tierra en circuito abierto o llamado en sus siglas en inglés RAS, la chita (*Anisotremus scapularis*) con cultivos en balsas flotantes, la corvina (*Cilus gilberti*) y la seriola (*Seriola lalandi*), si bien sus tecnologías productivas solo existen de forma aún en otros países (PNIPA, 2021).

2.3.4. Cultivo de microalgas y macroalgas

En 1971, en la planta piloto de Casa Grande ubicada en Trujillo, se realizaron los primeros estudios de producción de algas de agua dulce (*Scenedesmus acutus var. Alternans*), demostrando producciones dobles del país de origen, Alemania. Este proyecto se realizó gracias al apoyo internacional de la cooperación técnica peruano-alemana. Estos proyectos tenía como fin en enfrentar los graves problemas de desnutrición en niños, siendo bien aceptado (FAO, 1984). En el año 1978, ya culminada la etapa experimental y aceptada por la población, se crea la primera planta con una capacidad de producción semi industrial de macroalgas en la ciudad de Sausal, Trujillo; este producto se presentaba en polvo (FAO, 1984).

Actualmente, esta industria tiene un interés que va en aumento, y ya no solo por combatir los problemas de desnutrición infantil, sino que también es usado por productos farmacéuticos y de belleza. Estas también son usadas para la

presentación de platos gastronómicos como el sushi, ensaladas y postres (Ramírez et al., 2016).

2.3.5. Cultivo de moluscos bivalvos

En los años 70', el IMARPE, empezó a realizar el cultivo de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*); para 1971, se comenzaron las investigaciones de los cultivos de ostras, de las especies "*Crassostrea columbiensis* y *C. corteziensis*" en los manglares de Tumbes (FAO, 1984).

Para los años 80', la "concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)" adquirió gran interés, más aún cuando incrementó la densidad poblacional en los bancos naturales por efectos del fenómeno de El Niño en 1982 a 1983, teniendo como consecuencia la extracción masiva con fines comerciales y destinados al mercado internacional; al pasar los efectos generados por el fenómeno natural, disminuyéndose dicho boom. Desde entonces, fue necesaria de desarrollar técnicas para disponer de esta fuente de alimento y no depender de eventos naturales momentáneos, propiciándose el impulso de la maricultura como alternativa de explotación continua y racionalizar la especie, obteniendo beneficios sociales y económicos (FAO, 1984).

La maricultura de concha de abanico se realiza desde el sur del país, empezando desde el área de producción (AP) Tunga El Queso, ubicada en Ica, pasando por Atenas hasta, la zona centro, siendo las Islas El Frontón y San Lorenzo en la Punta Callao. Dirigiéndose al norte, las zonas de Casma y Chimbote (Ancash) hasta llegar a la bahía de Sechura, región de Piura, en concesiones acuícolas otorgadas por el PRODUCE y clasificadas de acuerdo a su estatus sanitario en AP por el "Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES)". Esta actividad empieza desde la captación por medio natural de la semilla, permitiendo en reducir costos de producción, además de estar controlados por incubadoras o, llamadas comúnmente en inglés "*hatchery*" para la siembra, engorde y cosecha. Actualmente, se cuentan con seis (6) de centros de producción de semilla de concha de abanico habilitados.

En la Figura 16, se muestra que la exportación de concha de abanico incrementó su valor en un 59,3%, teniendo a países destino como Estados Unidos (34%), España (23%), Francia (17%), Canadá (8%), Bélgica (4%) y otros (14%).



Figura 16. Diagrama de las toneladas exportadas de concha de abanico a países destino entre 2017 a 2021. Fuente: (PromPerú, 2022, p. 30)

En la Figura 17, se describe que en el 2021, las principales empresas exportadoras de concha de abanico fueron: Seacorp Perú S.A.C. (2,170 TM), Seafrost S.A.C. (1,256 TM) y Peruvian Pecten S.A.C. (1,057 TM) (PromPerú, 2022). Cabe resaltar que, “el 90% de lo cosechado es destinado al mercado extranjero y solo un 10% al mercado local” (Baltazar et al., 2014).

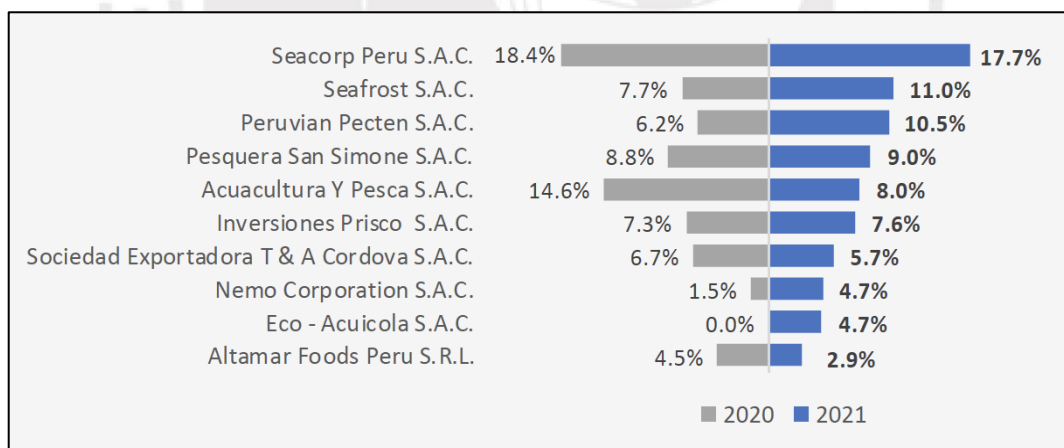


Figura 17. Diagrama de las principales empresas exportadoras de concha de abanico congelada entre el 2020 y 2021. Fuente: (PromPerú, 2022, p. 30).

Tanto la concha de abanico como el langostino blanco han sido las más cultivadas, en las regiones de Piura y Tumbes. La representación fue del 62% del total, estimándose que acuicultura en el Perú ha generado alrededor de 30 mil puestos de trabajo, logrando cerca del 1% del aporte en el producto bruto interno (PBI). Esto también a generado que la *A. purpuratus* crezca en un 14 % aproximadamente y se destinen 16,135 ha (PromPerú, 2022).

2.3.6. Cultivo de langostino blanco (*Litopenaeus vannamei*)

El cultivo de langostino, tiene presencia en los años 70', a partir de investigaciones del IMARPE, logrando un crecimiento rápido y consolidándose, "liderando en su momento la producción en el ámbito marino y la exportación acuícola nacional" (Ramírez et al., 2016). Este cultivo nace en los manglares de Ecuador y Perú (Tumbes), teniendo las características necesarias para su siembra y cosecha (Ruiz, 2012). El tipo de sistema utilizado para los langostinos son principalmente por estanques construidos en tierra, en zonas próximas a los manglares – en el caso de Tumbes – se cosechan especímenes con un peso de 20 g aproximadamente, teniendo relación con su costo de producción, alcanzando el tiempo de cosecha de los 3 o 4 meses del cultivo. En Piura, también se desarrolla el cultivo de langostino, pero en menos proporción, siendo estos cultivos tierra adentro y con el empleo de agua dulce. Es evidente entonces que, los mayores productores de langostino del país son de las regiones de Tumbes y Piura, teniendo una proporción de 92% y el 8%, respectivamente. Asimismo, este cultivo experimentó una reducción del 1% aproximadamente, deteniendo el crecimiento continuo de los últimos años pre - pandemia. Aunque, estos problemas no han sido motivo para que sus exportaciones no sean afectadas en el 2021, contrastando el crecimiento de 15.5% en valor (solo *L. vannamei*) respecto al 2020, teniendo los precios más atractivos en el mercado (PromPerú, 2022). En la Figura 18, se puede visualizar la participación de los cultivos acuícolas en el periodo de 2020 – 2021:

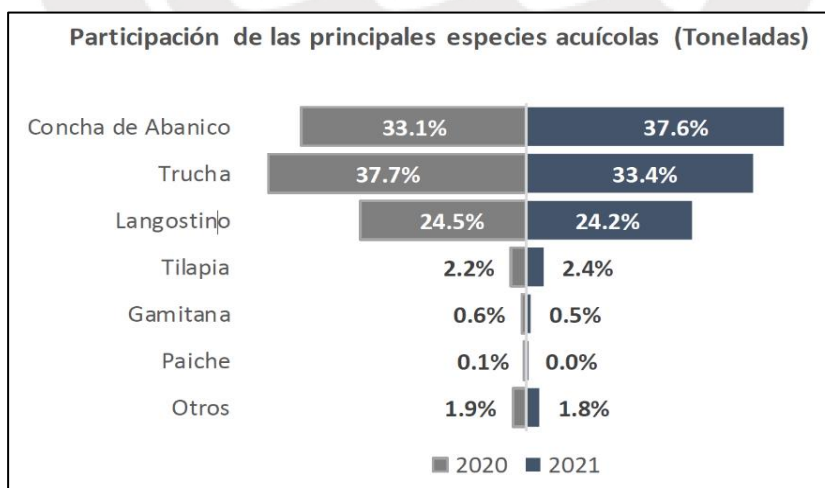


Figura 18. Diagrama de la participación de los cultivos acuícolas 2020 - 2021. Fuente: (PromPerú, 2022, p. 11).

Este incremento explicado anteriormente ha sido a causa de sus principales mercados destino, como el de China con 39,4%, teniendo un notable crecimiento de hasta 279% aproximadamente; en Estados Unidos con 17,4%; en España con 16,7% y finalmente Corea del Sur con 14,1%, teniendo una caída en valor en 32,5%, esquematizado en la Figura 19:

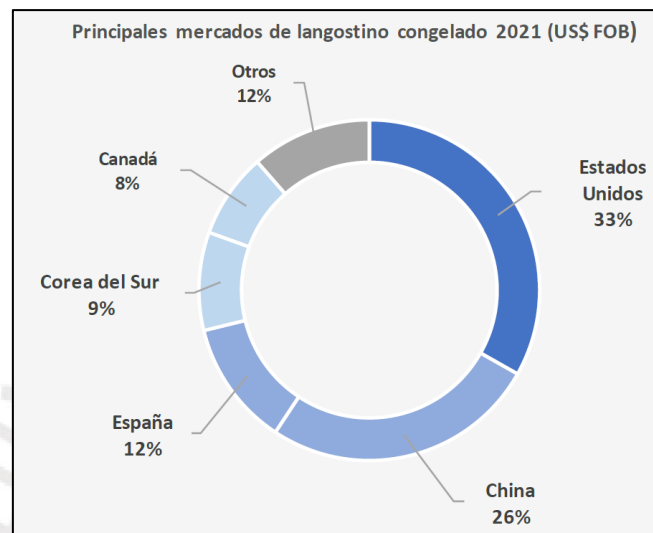


Figura 19. Diagrama de las toneladas exportadas de langostino congelado a países destino 2021. Fuente: (PromPerú, 2022, p. 27).

En la Figura 20, se muestra que las empresas con mayor exportación de este recurso en congelado fueron: Seafrost S.A.C. (32 758 TM), Marinasol S.A. (32 678 TM) e Inversiones Prisco S.A.C. (27 155 TM).

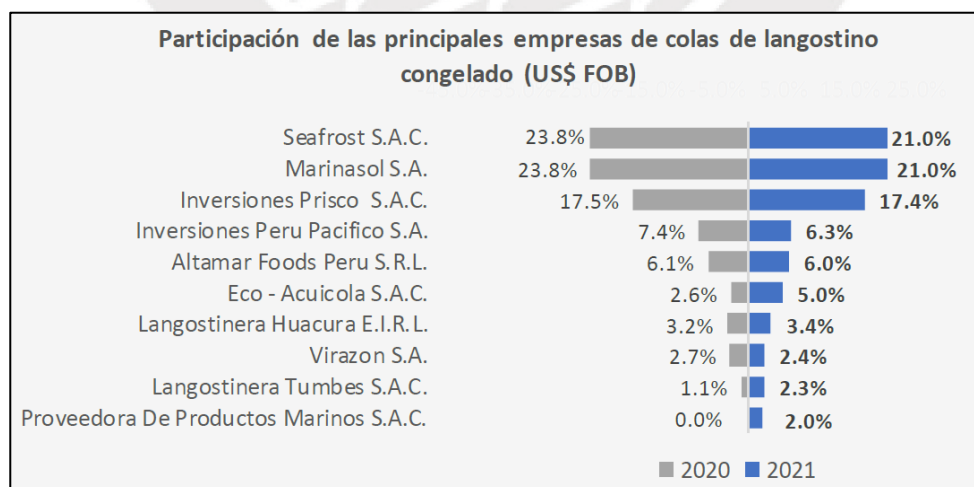


Figura 20. Diagrama de las principales empresas exportadoras de colas de langostino congelado en el 2021. Fuente: (PromPerú, 2022, p. 28).

Mientras que, en la Figura 21, se muestran las empresas con mayor exportación de colas de langostino congelado en el 2021 fueron: Marinasol S.A. (70 489 TM), Langostinera Tumbes S.A.C. (10 528 TM), e Isla Bella S.A.C. (3 052 TM).

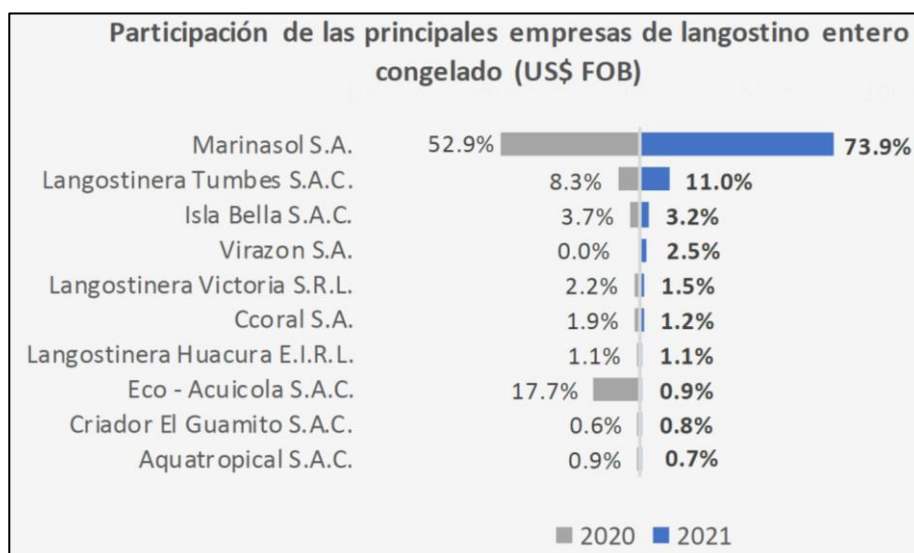


Figura 21. Diagrama de las principales empresas exportadoras de langostino entero congelado en el 2021. Fuente: (PromPerú, 2022, p. 29).

Los empresarios nacionales, han sido incitados por los beneficios tributarios a inicios del 2001, apoyados por la ley de promoción y desarrollo acuícola local y nacional (P. D. M. Ramírez et al., 2016). Grandes son los problemas que las langostineras han afrontado, siendo estas enfermedades como la mancha blanca y las coyunturas política que afrontaba el país, la hiperinflación en el gobierno de Alan García, el shock económico en el gobierno de Alberto Fujimori, el conflicto armando entre el Ecuador y los fenómenos naturales como El Niño y La Niña (P. D. M. Ramírez et al., 2016). Frente a ello, han podido mejorarse los sistemas de crianza y los controles sanitarios han revertido dicha situación, recuperándose con una producción anual de 600 TM en el 2000 hasta 16 300 TM en el 2011 (Ruiz, 2012).

2.4. LA ACUICULTURA DE LANGOSTINOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS

La acuicultura nace como una alternativa en que pueda reducir la excesiva “extracción de recursos pesqueros, la demanda que ha generado los países desarrollados, las economías emergentes y, también la intensa producción son los precursores que han promovido el crecimiento del cultivo de langostinos” (Biao & Kaijin, 2007). A la vez, esta actividad asiste en suministrar carne de valor proteico a la población, y así pueda aplacar la pobreza con “empleos directos e indirectos” (ADB, 2004; Hishamunda & Ridler, 2006),

además, que promete en contribuir con alrededor del 49,9 % del volumen al abastecimiento mundial de carne de pescado, siendo una fuente importante de alimentos para la seguridad alimentaria de muchos países como el de China. Sin embargo, entendidos en la materia como (Campbell & Pauly, 2013) indican que garantizar la seguridad alimentaria ha tenido poca importancia en las zonas rurales. Asimismo, ha sido tomado como alternativa para darle frente a los problemas de seguridad alimentaria y generación de empleo local, viendo un gran avance en la producción y exportación de esta especie, teniendo récords importantes en el 2017 y 2018, donde alrededor del 17,2% equivale aproximadamente 3,5 millones de toneladas métricas, teniendo un valor de 26 000 000 dólares (FAO, 2020) proporcionando beneficios económicos atractivos. Si bien, el crecimiento económico va en ascenso, dicha industria acarrea consigo costos sociales y ambientales (Mialhe et al., 2013; Galappaththi & Berkes, 2014).

Respecto a los impactos sociales negativos, está relacionado a la conversión, expropiación y privatización de uso de tierras, en este caso, de manglares y otras tierras; salinizando el agua y los suelos, la marginación de las poblaciones locales, el desempleo y migración urbana en las regiones tropicales (Primavera, 1997). Expertos como (Mialhe et al., 2013; Galappaththi & Berkes, 2014) señalan que la industria langostinera genera impactos ambientales negativos en los recursos naturales, ganándose una mala imagen y/o una mala fama, sea de manera correcta o no, donde muchas de estas, son totalmente ciertas, principalmente, la alteración en los manglares (Galappaththi & Berkes, 2014); “las alteraciones en la hidrología del manglar debido a la obstrucción de flujo de agua y sedimentación; descargas de efluentes de las granjas que dan como resultado una disminución de la calidad del agua incluida la eutrofización, generando efectos negativos sobre las aves migratorias, reptiles, anfibios y mamíferos debido a la destrucción y transformación de hábitats, en especial, en lagunas estacionales; y la contaminación por plaguicidas” (Stonich, 1995).

Estos ecosistemas han perdido aproximadamente la mitad de sus hábitat a costa del desarrollo langostinero en los últimos cincuenta años en torno del mundo (Curran, 2002). Aunque, no toda la culpa la tiene el cultivo de langostinos en la desaparición de hábitats, pero es la mayor causa de la pérdida de ellas (Valiela et al., 2001). Además de empobrecer de oxígeno disuelto en el agua, llegando a condiciones de anoxia, genera un crecimiento excesivo de especies con toxinas (Paerl & Tucker, 1995). De igual manera, conlleva a la muerte de otras especies y a la producción de toxinas que

amenazan tanto la salud de los organismos cultivados como la salud de los productores (Florczyk et al., 2014).

Agricultores tailandeses estuvieron en búsqueda de tierras para poder convertirlas en granjas langostineras, esto, gracias al gobierno y la intensificación de dicha actividad en los años 80', teniendo como consecuencias, la conversión y pérdidas de hectáreas de manglar (Stokstad, 2010). Por otro lado, esta industria ha generado repercusiones sociales, como se ha abierto más las brechas entre las clases sociales, generando más desigualdades en la seguridad alimentaria, marginación de agricultores de menor escala productiva y la asignación de recursos (Stonich, 1995); estos son uno de los problemas sociales que prometía reducir la acuicultura, así como también, la reducción de la pesca de captura, pero, lo que se ha llegado en sí, es que se ha ampliado la demanda de esta carne de pescado mediante la creación o apertura de nuevos mercados internacionales (Curran, 2002).

Los organismos naciones, internaciones y el sector privado han promovido y promueven la acuicultura del langostino como una vía para obtener ingresos rurales, mejorar la seguridad alimentaria local y reforzar las divisas en los países tropicales en desarrollo, pero lo que ha generado es que cientos de familias dependan ahora de esta para sus medios de vida, así como en el sur del continente africano, Mozambique, donde se evidencia los impactos diferenciados en la vulnerabilidad de la población, teniendo oportunidades de empleo e importantes fuentes de ingresos en algunas familias (Blythe et al., 2015).

La producción acuícola mundial, genera aproximadamente 24 millones de empleos, que incluyen directamente a 17 millones e indirectamente a 7 millones de trabajos (Valderrama et al., 2010). En Bangladesh, se estima que más de 1 millón de personas están directamente involucradas en dicha industria y alrededor de 5 millones de miembros del hogar se benefician de ella (Islam, 2008). A pesar de todo esto, estudios realizados en el continente asiático, sean los países de la India, Filipinas e Indonesia, el cultivo de camarón ha ampliado la brecha entre las clases sociales, beneficiando a las élites sociales (Adduci, 2009).

En este estudio, se desea interpretar a las políticas públicas como una acción social colectiva guiado por un conjunto de normas que se traduce en última instancia en proyectos y actividades concretas del Estado (Graglia, 2012) y están orientadas a transformar, mejorar o intervenir en ecosistemas o poblaciones de una nación o región

específica. Una herramienta que usan las políticas públicas en el sector ambiental, y en otros sectores, son las normativas, estándares u otro tipo de regulaciones. Estos lineamientos o regulaciones son empleados por las entidades gubernamentales para guiar sus acciones de intervención o fiscalización de las actividades humanas sobre el ambiente. Es trascendental para la presente investigación definir las políticas públicas, las acciones del Estado, y las regulaciones, como el conjunto práctico y formal que determina los resultados de preservación de los ecosistemas.

La definición busca ser operativa para poder testear la hipótesis antes planteada de que la causa real de la afectación al ecosistema de manglares se debe a la inexistencia de normativas ambientales que garanticen la conservación de estos, siendo específicos, el control adecuado de los vertimientos de las CPA de langostinos. En este sentido, el análisis de la normativa ambiental y sectorial - así como sus consecuencias - atienden como rol crucial la identificación de las causas y de los efectos inmediatos, como son los cuantificables y no cuantificables, pero además es preciso analizar de manera cualitativa, las modalidades de causalidad (Brenner, 2016).

En México, la ausencia de integración de políticas ambientales, acarrea el deterioro de los manglares en las costas de la ciudad de Chiapas (Brenner, 2018, p. 241). Estos diseños de políticas públicas para promover la economía regional, lleva consigo una serie de impactos ambientales en los ecosistemas del litoral mexicano, donde los manglares han sido los más afectados negativamente (Acosta Velázquez et al., 2013). “Esto viene de la mano con respuestas a las continuas crisis de los gobiernos centroamericanos, bajo la creencia de que el aumento de la inversión extranjera y el comercio agrícola promueve el crecimiento económico y ayuda en aliviar la crisis de la deuda continua”, a costa de préstamos y programas de ajustes económicos entre los sectores agrícolas y acuícolas (Stonich, 1995, p. 144).

En Tailandia, se exige a los centros de producción acuícola en contar con permisos ambientales a las de mayor escala ($> 80,000 \text{ m}^3/\text{año}$), teniendo control solamente de menos del 5% del total. En este gobierno, no sujeta a la vigencia de las granjas camaroneras, así como, que no se aplique sanciones por el vertido ilegal de estas (Bluffstone et al., 2006). Para mejorar la calidad del agua, es importante el uso de estanques de sedimentación antes de verterlas, reduciendo el intercambio del agua, y mejorando la calidad de los efluentes. De igual manera, dar incentivos por mejorar la calidad de sus efluentes en el periodo de cosecha (10 mg/l de DBO_5). “En Tailandia, existen normas, pero no hay sanciones por incumplimiento. Asimismo, la manera

razonable de establecer la multa para un área es utilizar el daño estimado de un metro cúbico de estanque de producción incontrolado” (Bluffstone et al., 2006).

Especialistas en el tema como (Brenner, 2018) y (Fernández Vázquez, 2014) coinciden en que “el aumento de la sedimentación es a consecuencia de la rectificación de cauces, observada en 1998 en los afluentes y los humedales, constituye la principal causa inmediata del deterioro de los manglares de La Encrucijada, Chiapas, México, desencadenando una disminución progresiva sobre la talla promedio de los manglares, perdiendo así, una de sus principales funciones regulatorias para mitigar inundaciones por incremento del nivel del mar o tsunamis” (Fernández Vázquez, 2014; Brenner, 2018). Dicho esto, podemos decir si “¿los impactos ambientales sobre el cauce de manglares son a causa de una nula integración de política ambiental? ya que se realizaron obras hidráulicas sin considerar posibles efectos ambientales” (Brenner, 2018).

2.5. FISCALIZACIÓN AMBIENTAL Y SANITARIA DE LOS CPA

2.5.1. Fiscalización de los instrumentos de gestión ambiental de los CPA de langostinos

En el 2006, se emite el Acuerdo de Promoción Comercial entre Perú y Estados Unidos de América (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2006), por el cual el Estado se compromete a adaptar o modificar sus políticas ambientales para asegurar y mejorar los altos niveles de protección ambiental, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 18.1° del Capítulo 18 del TLC. Asimismo, el artículo 18.4° del Capítulo 18 del TLC establece que el Estado asegurará que los procedimientos judiciales y administrativos destinados a sancionar o reparar las infracciones a la legislación ambiental serán justos, equitativos y transparentes y, para ese fin deberán cumplir con el debido proceso y estar abiertos al público, salvo que la administración de justicia requiera algo distinto.

Estas disposiciones mencionadas anteriormente, eran necesarias e imprescindibles, y no solo para atender las necesidades del país, sino para adoptar las tendencias en gestión ambiental a nivel internacional. Estas tendencias se evidenciaron con la necesidad de contar con una “autoridad nacional en materia ambiental que establezca reglas de protección y preservación del ambiente y, al mismo tiempo, conozca temas de relevancia mundial como el cambio climático,

desertificación, deforestación, pérdida de biodiversidad, entre otros problemas relacionados con el ambiente” (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2006) . Durante las negociaciones del TLC, el Estado peruano también asumió el compromiso de no debilitar la legislación en protección ambiental, la lucha contra la tala ilegal y la promoción del rescate de especies biológicas en peligro.

Dicho esto, en mayo del mismo año, se emitió el Decreto Legislativo N°10133, mediante el cual, viene consigo la creación del Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), encargado de la fiscalización ambiental. OEFA es un organismo público técnico especializado, adscrito al MINAM, y ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), encargada de fiscalizar a los administrados que pertenecen a diversos sectores, tales como de minería, energía, pesquería e industria manufacturera.

Dicho esto, OEFA realiza la supervisión de los Centros de Producción Acuícola (CPA) de langostinos con el objetivo de verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables que contempla la normativa ambiental vigente, los instrumentos de gestión ambiental (IGA), mandatos y/o disposiciones emitidas del mismo organismo fiscalizador ambiental. Los CPA de langostinos necesitan contar con Estudios de Impacto Ambiental debidamente aprobados por la Autoridad Competente, en este caso, el Ministerio de la Producción (PRODUCE) que corresponde para la categoría productiva de AMYGE, mientras que la categoría AMYPE lo administra la Gerencia Regional de Producción, que, para el caso de estudio es el Gobierno Regional de Tumbes. Alrededor de 50 años se inició la crianza de langostinos en la región Tumbes y con ello, los IGA contienen obligaciones ambientales de la actividad del cultivo de langostino con una antigüedad de aprobación de más de 20 años.

El 13 de febrero de 2013, mediante Resolución del Consejo Directivo N.º 003-2013-OEFA/CD, en el cual se precisa las competencias del OEFA en el sector pesquería, realizándose las transferencias de funciones en la fiscalización de las actividades pesqueras y acuícolas de mayor escala, teniendo la facultad de imponer sanciones y medidas administrativas que corresponda (OEFA, 2013).

Actualmente, se cuenta con 44 CPA de langostinos de tipo AMYGE ubicados en el departamento de Tumbes. El organismo fiscalizador en materia ambiental, cuenta

con indicadores de cumplimiento de obligaciones ambientales respecto a los establecido en los IGA de los CPA, permitiéndole a ellos, diferenciar como es que el administrado, en su línea de cumpliendo de obligaciones ambientales.

Ahora, para la fiscalización ambiental que hace OEFA en los CPA de langostinos y para que el administrado sea evaluado, se cuenta con una programación anual, donde se indica que CPA ha sido designado para la fiscalización en un determinado mes. Asimismo, se tiene las obligaciones ambientales descritas en el IGA aprobado y la normativa ambiental en una ficha de obligaciones ambientales. Dicho esto, OEFA tiene cuatro estrategias ambientales que han sido distribuidas en el proceso de fiscalización, siendo estas, las siguientes:

- La primera de ellas es el tratamiento de efluentes.
- El segundo se trata sobre el seguido de monitoreo ambiental.
- Los planes de contingencia.
- Residuos sólidos.

Respecto a la información obtenida en base a las entrevistas, se tiene que, adicional a estas 4 estrategias ambientales, se tiene al control operativo. El control operativo, no se trata de los aspectos ambientales que puedan afectar de acuerdo a la actividad, sino, son situaciones que pueden relacionarse y/o incurrir en un riesgo al ambiente, como, por ejemplo, el administrado tiene el deber de contar con un número de estaciones de bombeo hidráulicas en el CPA de langostinos, entonces, en base a este control, si no cumple con el número de estaciones que se tiene establecido, se evalúa el posible impacto ambiental que podría causar o impacto que exista en esta obligación. El control operativo va más a la evaluación de lo que podría representar este tipo de impacto.

Por lo que, podemos diferenciar que OEFA tiene obligaciones ambientales puntuales donde abarcan directamente a un aspecto ambiental; tomemos como ejemplo el tratamiento de efluentes, siendo abarcado directamente a un aspecto recurso hídrico. En pocas palabras, es más directo. La manera como OEFA planifica las fiscalizaciones ambientales, es en base al PLANEFA⁴, donde en ella se tiene la planificación de los CPA que se va a visitar al año, posteriormente es donde se

⁴ Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

ejerce a la programación, y se procede a la sistematización de las obligaciones ambientales.

2.5.2. Cumplimiento de los CPA respecto a las obligaciones ambientales

En base a la información brindada por OEFA mediante acceso a la información pública, se grafica en la Figura 22, el estado de cumplimiento de los CPA durante los años 2018, 2019, 2020 y 2021. Estos resultados se tienen en base a las 4 estrategias ambientales y el control operativo explicados anteriormente:

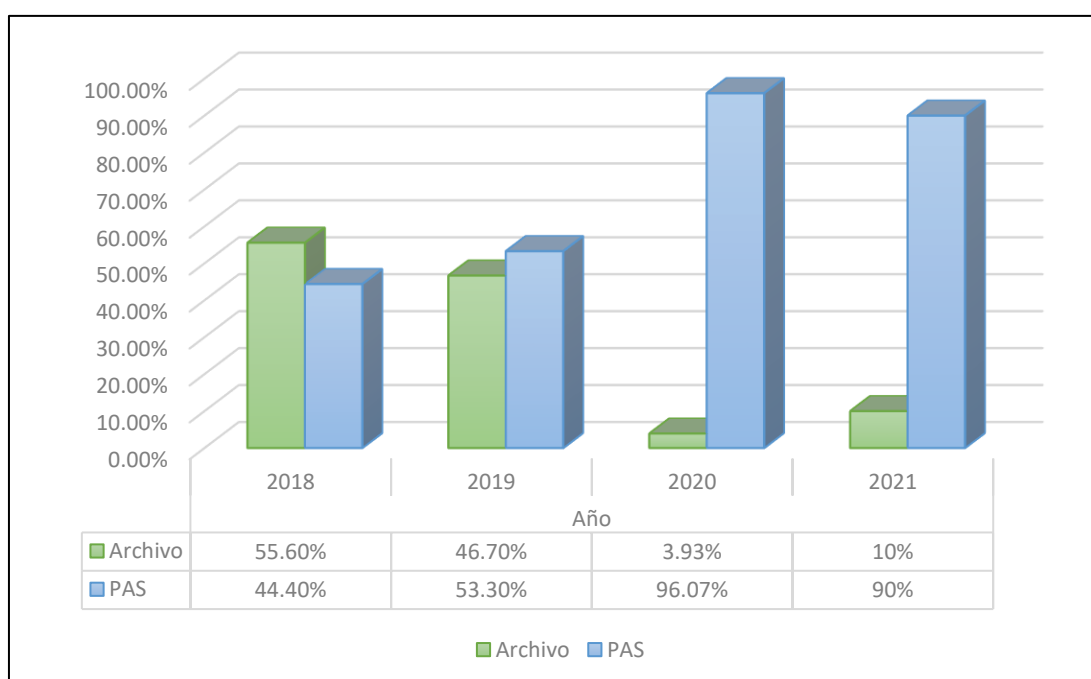


Figura 22. Diagrama de barras porcentuales sobre el estado final de las fiscalizaciones ambientales en los Centros de Producción Acuícola de Langostinos en Tumbes, de los años 2018, 2019, 2020 y 2021. **Fuente:** Acceso a la información pública al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), expediente 2021-E01-003933. Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados procesados obtenidos, se tiene que para el 2018, el 55.6% del total de los administrados cumplieron con el total de las obligaciones ambientales. Quiere decir que, son expedientes que han sido archivados y no han sido elevados a un Proceso Administrativo Sancionador (PAS). Para el 2019, tenemos un 46.7%. Mientras que, para el 2020 se tiene una particularidad, donde solo cumplieron el 3.93%, y esto se debe a que, en agosto de 2019 se aprueba el Reglamento de Gestión Ambiental de los Subsectores Pesca y Acuicultura, mediante el Decreto Supremo N.º 012-2019-PRODUCE, donde dentro de sus artículos de este reglamento de acuicultura, exactamente el artículo 71º, numeral 2, señala que “El muestreo, ejecución de mediciones y análisis deben ser realizados

por organismos acreditados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) o, en su defecto, por organismos acreditados por alguna entidad miembro de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC), con sede en territorio nacional” (PRODUCE, 2019a). OEFA, en base a la normativa vigente en el subsector, realizó la fiscalización respecto a esta obligación ambiental, donde lamentablemente, en el 2020 y 2021 casi ni un administrado cumplió. Básicamente, el incumplimiento a las obligaciones ambientales se debió a que los muestreos y/o monitoreos ambientales no contaron con laboratorios acreditados. Cabe precisar que los administrados si realizaron los monitoreos ambientales programados. Asimismo, antes de 2019 los CPA podían autocontrolarse e informarlo a la autoridad ambiental.

Si bien, es una de las medidas adecuadas de obligar a los CPA de analizar las muestras con métodos acreditados, por el fin de tener resultados confiables, se debió evaluar la capacidad de carga analítica, la disponibilidad de laboratorios y coordinar con el INACAL sobre la proyección de laboratorios que deben de contar con estos métodos. Se debió promover para que los laboratorios acrediten sus métodos, como que, por parte del Estado falló un poco. Esto sumado a que, en el 2020, se aplicó “el Estado de Emergencia Nacional, iniciado el 16 de marzo de 2020 por las graves circunstancias que afectan la vida de las personas a consecuencia de la COVID-19 y establece las medidas que debe seguir la ciudadanía en la nueva convivencia social, quedando restringido el ejercicio de los derechos constitucionales relativos a la libertad y la seguridad personales, la inviolabilidad del domicilio, y la libertad de reunión y de tránsito en el territorio, comprendidos en los incisos 9, 11 y 12 del artículo 2 y en el inciso 24, apartado f) del mismo artículo de la Constitución Política del Perú” (Consejo de Ministros, 2020).

“Las actividades económicas se rigieron según lo establecido en las fases de la reanudación de las actividades económicas vigentes dentro de las cuales se encuentran comprendidas el Transporte aéreo: vuelos nacionales e internacionales conforme a lo regulado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (Consejo de Ministros, 2020, p. 3). Dicho esto, era mucho más complicado que los laboratorios puedan llegar a la acreditación frente a INACAL.

Este reglamento, deja sin efecto a la Guía para la presentación de Reportes de Monitoreo en Acuicultura (en adelante, Guía para el monitoreo en acuicultura), aprobada mediante Resolución Ministerial N.º 168-2007-PRODUCE (PRODUCE,

2007a), modificada por la Resolución Ministerial N.º 019-2011-PRODUCE (PRODUCE, 2011), en donde indica la realización adecuada del seguimiento de los parámetros, físicos, químicos y biológicos, evaluando la calidad de los diferentes componentes ambientales (agua y sedimentos) que podrían ser afectados por las actividades acuícolas desarrolladas por el administrado con el objeto de detectar de manera temprana cualquier efecto no deseado.

A efectos de establecer lineamientos para el cumplimiento de los IGA de las actividades pesqueras y acuícolas, PRODUCE elabora y aprueba guías técnicas para los referidos instrumentos. Las guías técnicas estableces directrices que se deben considerar para el cumplimiento de los compromisos asumidos por los titulares de actividades acuícolas en sus IGA, específicamente aquellos referidos a la realización del monitoreo ambiental.

Es por ello que, la Guía para el monitoreo en acuicultura, estableció directrices a los administrados de los CPA dedicados a la producción de langostinos, respecto a la frecuencia de realización del monitoreo y los plazos de presentación donde se puede detallar en la tabla 1:

Tabla 1. Monitoreos ambientales para la actividad acuícola de langostinos en estanquera – Parámetros de interés para agua.

| Muestra | Afluente | Estanque | Efluente | Frecuencia |
|----------------------|----------|----------|----------|------------|
| Caudal | x | x | x | |
| Temperatura de agua | x | x | x | |
| Temperatura ambiente | x | x | x | |
| Salinidad | x | x | x | |
| Conductividad | x | x | x | |
| pH | x | x | x | |
| Transparencia | x | x | x | |
| SST | x | x | x | |
| Oxígeno disuelto | x | x | x | |
| DBO ₅ | x | x | x | Semestral |
| Nitritos | x | x | x | |
| Nitratos | x | x | x | |
| Fosfatos | x | x | x | |
| Dureza | x | x | x | |
| Amoniaco | x | x | x | |
| Sulfuros | x | x | x | |
| Fitoplancton | x | x | x | |
| Zooplancton | x | x | x | |
| Coliformes totales | x | - | x | |
| Coliformes fecales | x | - | x | |

| Muestra | Afluente | Estanque | Efluente | Frecuencia |
|------------------------------|----------|----------|----------|------------|
| Aceites y Grasas | x | - | - | Anual |
| Detergentes | x | - | - | |
| Pesticidas | x | - | - | |
| Metales: As, Cd, Pb, Cr y Hg | x | - | - | Bianual |

Fuente: PRODUCE, 2007b, p. 3.

Los parámetros que se señalan (detergentes y pesticidas), no son monitoreados en los efluentes de los estanques, teniendo un posible sesgo sobre la prevención del impacto ambiental que podría ocasionar al ecosistema del manglar. Dentro de las actividades de la crianza de langostinos, los administrados usan medicamentos veterinarios como control de enfermedades para reducir la mortandad de su producción.

2.5.3. Fiscalización Sanitaria de los CPA de langostinos

El control y fiscalización sanitaria en recursos pesqueros y acuícolas, tuvo sus inicios en el Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (Ministerio de Pesquería, 1970), siendo un organismo descentralizado encargado de investigar y desarrollar tecnologías con relación a la manipulación, transformación y conservación de los recursos hidrobiológicos marinos y continentales. Dicho esto, se contaba con el Programa de Control de Moluscos Bivalvos, estando en su responsabilidad la Dirección de Medio Ambiente Acuícola, realizando el monitoreo del recurso y la fiscalización de los recursos hidrobiológicos marinos y continentales, en esta incluye los controles de trazabilidad sanitaria de importación y exportación. Uno de los mercados destino de estos recursos marinos es la Europea, donde años más tarde, en 1999, alrededor de 200 habitantes españoles contrajeron hepatitis A, tras consumir almejas coquina o “palabritas” (*Donax spp.*) congeladas procedentes de Perú, y el virus se detectó en el 75% de muestras de almejas analizadas (Goyal & Cannon, 2016). Nueve (9) años después, se presenta otro brote de hepatitis A en *Donax spp.* congeladas, siendo cerca de 4 000 TM extraídas en Sechura, departamento de Piura, Perú. El gobierno español mediante su organismo de salud, activó el sistema nacional de vigilancia epidemiológica para evitar la distribución de más envíos de *Donax spp.* e informar a los puertos fronterizos y a la Comunidad Europea (CP) para productos alimenticios. A raíz de este evento, todas las importaciones de mariscos peruanos fueron prohibidas en la Unión Europea (UE), con más de 1 000 toneladas de mariscos inmovilizados.

Es pocas palabras, el control sanitario nacional había fallado. Además las consecuencia sanitarias generadas, los problemas económicos fueron graves, ya que dicha inmovilización generó la pérdida de US \$ 4 millones, y todo lo que acarrea el cierre del mercado europeo, quebrando gran parte del sector pesquero peruano (Pinto et al., 2009). Luego, el Estado decidió fortalecer el control sanitario creando el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (en adelante, SANIPES), teniendo independencia y mayor control en toda la cadena productiva, siendo este el encargado de normar, supervisar y fiscalizar las actividades de sanidad e inocuidad pesquera, acuícola y de piensos de origen hidrobiológico, en el ámbito de su competencia, como también en la “eficaz administración que establezca aspectos de vigilancia en materia de inocuidad y de sanidad de los alimentos y de piensos de origen pesquero y acuícola, en aras de proteger la salud pública” (Congreso de la República del Perú, 2013).

Actualmente, SANIPES cuenta con la Dirección de Fiscalización Sanitaria (en adelante, DFS), encargada en el desarrollo de las acciones de fiscalización pesquera y acuícola haciendo cumplir la normativa sanitaria (nacional como internacional), aplicable a la inocuidad de los productos pesqueros, acuícolas y de piensos de origen hidrobiológico, en todas las fases de su cadena productiva (PRODUCE, 2014). Asimismo, la DFS cuenta con la Subdirección de Fiscalización Sanitaria Acuícola (en adelante, SDFSA), al cual es la unidad orgánica encargada, en regular el cultivo de recursos destinados a la acuicultura (entre ellos los langostinos), en el ámbito de su competencia (PRODUCE, 2014).

En el caso de los peces continentales y crustáceos, la SDFSA, cuenta con el Programa Control de Peces y Crustáceos (PCPC), donde realiza el muestreo del recurso en los CPA, y verificando el cumplimiento de la ausencia de sustancias prohibidas y los límites de residuos veterinarios (ver Tabla 2); valga la redundancia, de peces y crustáceos (SANIPES, 2022). A continuación, se detalla las tablas con los siguientes parámetros:

Tabla 2. Listado de los parámetros que se controlan en crustáceos.

| Grupo de sustancias | Sustancias | | Contenidos máximos |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------|
| GRUPO A (Sustancias con efecto anabolizante y sustancias no autorizadas) | Compuestos prohibidos | Cloranfenicol | Ausencia |
| | | Nitrofuranos | Ausencia |
| | | Nitroimidazoles | Ausencia |
| | | Amoxicilina | 0.05 ppm |

| Grupo de sustancias | Sustancias | Contenidos máximos | |
|---|--|-----------------------|----------|
| GRUPO B (Medicamentos veterinarios y contaminantes) | Sustancias antibacterianas (antibióticos) | Ampicilina | 0.1 ppm |
| | | Florfenicol | 1 ppm |
| | | Sulfonaminas | 0,1 ppm |
| | | Enrofloxacina | 0,1 ppm |
| | | Flumequina | 0,15 ppm |
| | | Ácido Oxolínico | 0,1 ppm |
| | | Clortetraciclina | 0,1 ppm |
| | | Oxitetraciclina | 0,1 ppm |
| | | Tetraciclina | 0,1 ppm |
| | Antihelmínticos | Emamectina | 0,1 ppm |
| | Compuestos organoclorados incluidos los PCBs | 2,4-D | 1,0 ppm |
| | | Aldrin | 0,01 ppm |
| | | Clordano | 0,02 ppm |
| | | DDE | 0,04 ppm |
| | | DDT | 0,04 ppm |
| | | Heptacloro | 0,01 ppm |
| | | Heptacloro epóxico | 0,01 ppm |
| | | Mirex | 0,1 ppm |
| | | PCB 180 | 2,0 ppm |
| | | TDE | 0,04 ppm |
| | | HCB | 0,3 ppm |
| | Metales pesados | Cadmio | 0,05 ppm |
| | | Mercurio | 0,5 ppm |
| | | Plomo | 0,2 ppm |
| | Colorantes | Verde Malaquita | Ausencia |
| | | Leuco Verde malaquita | Ausencia |

Fuente: manual de indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación (SANIPES, 2016).

Es importante indicar que los CPA que fiscaliza sanitariamente SANIPES, son los mismos que fiscaliza ambientalmente OEFA (AMYGE, y también las AMYPE), pero no son los mismos parámetros y componentes ambientales los controlados por ambas instituciones. SANIPES, asegura la inocuidad de los productos acuícolas, esto significa que ni uno de estos contenga o no supere el límite de las sustancias listadas en la Tabla 2, ya que, ellos como autoridad, deben de asegurar que los productos acuícolas que exportan a los mercados internacionales sean seguros para el consumo humano. Ahora, las sustancias que controla SANIPES, no son todas las que controla OEFA en el componente hídrico y/o sedimento. En pocas palabras, SANIPES controla al producto (langostino) y OEFA al componente ambiental (agua y sedimento del estanque del langostino). Se realizó una revisión literaria de cada uno de las sustancias, como la toxicidad y comportamiento que tienen estas en el agua, y se identificó que el heptacloro epóxico - de toxicidad moderada - puede ser peligroso para la flora y fauna teniendo una degradabilidad baja, permaneciendo más tiempo en el agua.

2.6. MÉTODOS MIXTOS

Los métodos mixtos (MM) surge en los años 50' (Pluye et al., 2020), siendo la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos en la evaluación de programas, la investigación primaria y la revisión de la literatura. El objetivo principal de la metodología es de no reemplazar “la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino de utilizar las fortalezas de cada tipo de indagación, combinándolas y tratando de minimizar las debilidades potenciales (Hernández Sampieri, 2010). En la figura 23, se presenta el enfoque mixto de investigación, implicando el proceso de recolección, análisis y vinculación de información cuantitativa y cualitativa; principales diseños mixtos desarrollados hasta ahora:

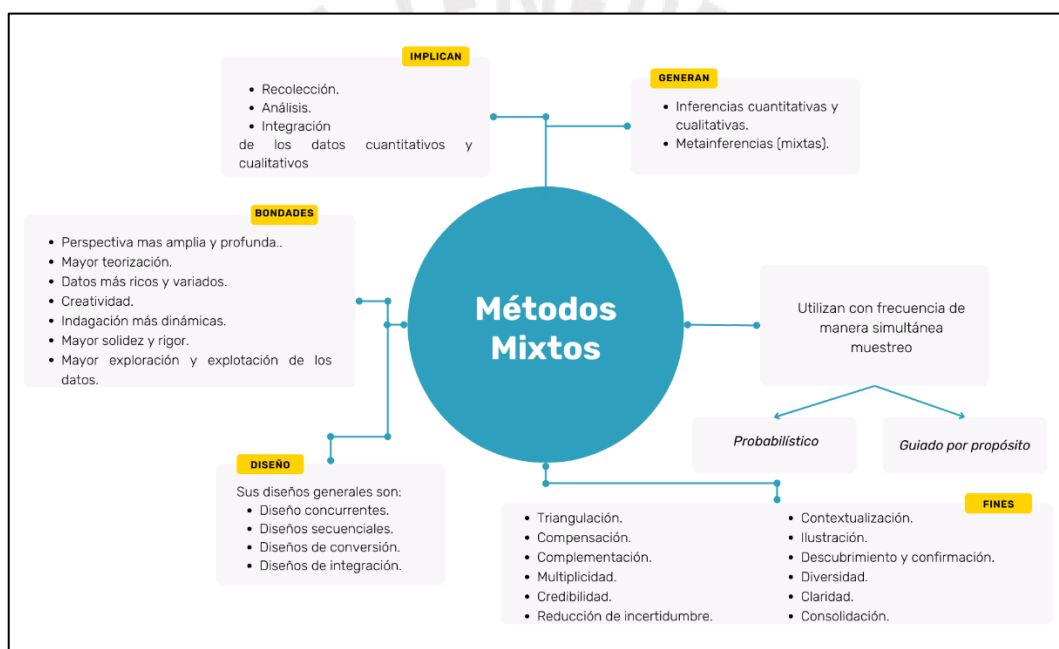


Figura 23. Métodos mixtos y sus características. **Fuente:** (Hernández Sampieri, 2010). Elaboración propia.

Realizar dicho proceso paralelo, argumenta en afirmar que la triangulación aumentará la credibilidad de los resultados cualitativos (Benavides & Gómez-Restrepo, 2005). Finalmente, se exponen los fundamentos de una metodología mixta que emplea la triangulación de métodos y fuentes de información (ver Figura 24), donde se complementarán las aproximaciones cualitativas con los métodos cuantitativos de manera complementaria (Knafl et al., 1996).

Para la presente tesis, se ha elegido esta metodología porque puede responder a las preguntas planteadas en la investigación, es de suma importancia triangular la información primaria, que comprende al muestreo de fitoplancton y agua de estero en

los manglares en puntos fronterizos con los CPA de langostinos (cuantitativa), entrevistas a funcionarios de instituciones que comprenden al sector, al control de efluentes y a la calidad del agua (cualitativa). La información secundaria permitirá complementar la información primaria (cuanti-cuali), donde las principales fuentes han sido: los estudios de impacto ambiental aprobados por el PRODUCE y resultados de los controles sanitarios de sustancias prohibidas y residuos veterinarios a cargo del SANIPES. Asimismo, se ha utilizado leyes, decretos, resoluciones y reglamentos que ha permitido describir la cronología de los controles ambientales que está sujeta a la industria langostinera y su posible impacto ambiental al ecosistema de manglar.



Figura 24. Modelo de proceso de métodos mixtos para la integración de hallazgos.
Fuente: (Saunders et al., 2018), modificado y adaptado a la tesis presente.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El área de los manglares en el Perú fue la base fundamental para el desarrollo de la acuicultura de langostinos, en su mayoría, sin criterios de uso sustentable, ocasionando alteraciones ambientales que han conducido a la reducción del ecosistema. Más aún, la presión económica que sometía al ecosistema de mangle por la expansión de cría industrial del langostino empujada por organismos nacionales e internacionales por parte de países asiáticos, latinoamericanos y africanos, además de que se pretendía reducir la demanda de pesca de captura – captura de anchoveta – desarrollando oportunidades de puestos de trabajo a las poblaciones locales, donde fue bien recibida. En 1982, la extensión del manglar era de 6 000 ha aproximadamente, y en 1996 se redujo a 4 500 ha (INRENA, 1996).

Debido a los avances de las actividades económicas que utilizan los recursos hidrobiológicos como los crustáceos, moluscos y peces, que en su mayoría se han desarrollado sin criterios de uso sustentable (INRENA, 1996), por lo que, en 1988, el gobierno peruano toma la decisión de declarar como Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT), a 2 972 ha en total de área mediante el Decreto Supremo N.º 018-88-AG, equivalencia con la clasificación utilizada por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) es Santuario de Vida Silvestre de Categoría IV y, a la vez, humedal costero del Tipo 9 (humedales boscosos intermareales), de acuerdo al sistema de clasificación de humedales de la Convención Ramsar, siendo uno de los manglares más pequeños y de ecosistemas frágiles, “destinadas a la protección, mantenimiento en su estado natural de especies o comunidades determinadas de flora y fauna silvestre, así como formaciones de interés paisajístico” (INRENA, 1996). Sin embargo, las piscigranjas quedaron acentuadas en la zona de amortiguamiento de la Área Natural Protegida (ANP), donde actualmente, son langostineras de categoría AMYGE (ver Figura 25). “El sector privado empujó el desarrollo de la industria, con inversores extranjeros que jugaron un rol mayor en su desarrollo” (Martínez Grimaldo, 2021). Esta empezó a desarrollarse rápidamente debido a que fueron las élites locales, que contaban con las condiciones necesarias como una buena educación y bienestar, para el acceso al conocimiento y capital necesario para poder adoptar exitosamente las nuevas tecnologías de producción vinculadas a la actividad langostinera. De igual manera, han sido beneficiados por los créditos, permisos y subsidios estatales, así como las políticas necesarias para poder aprovechar las oportunidades que se presentaron y el poder económico para romper barreras que las podrían obstruirlos, e incluso, en coimas (Bailey, 1988; Martínez Grimaldo, 2021).

En la Figura 25, se muestra la delimitación del área de estudio, realizando el muestreo fisicoquímico de agua de estero y la comunidad fitoplanctónica, ubicando once (11) puntos de muestreo fronterizos con los CPA de langostinos, donde estarían sus vertimientos, siendo esta la parte cuantitativa.

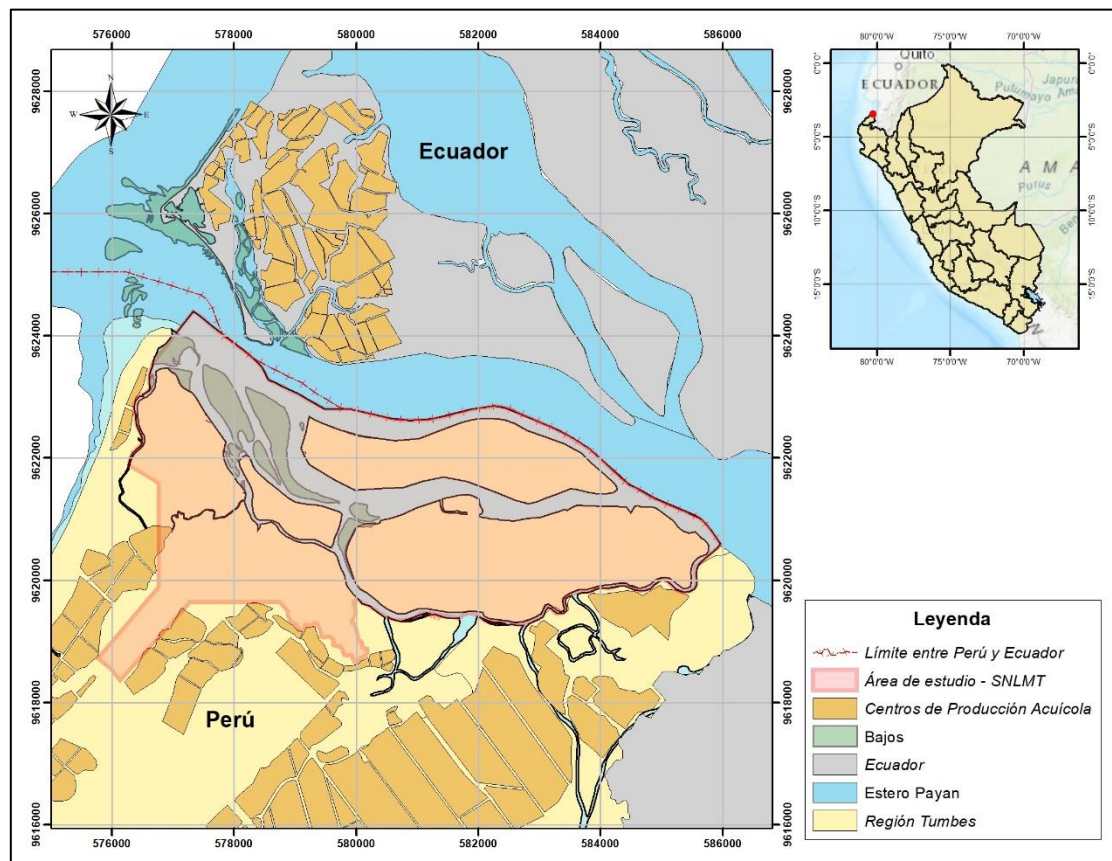


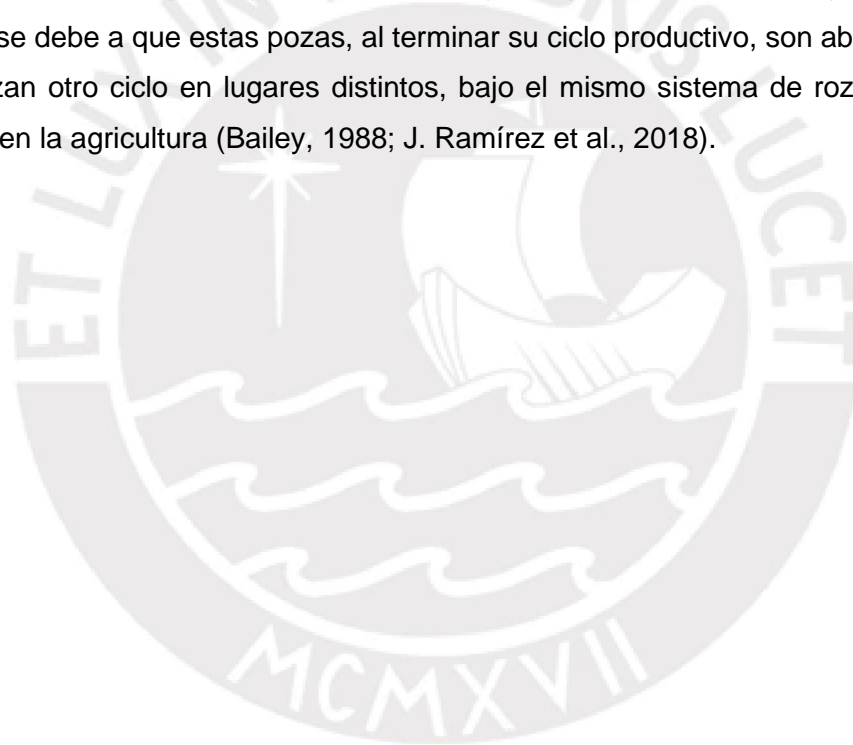
Figura 25. Ubicación del área de estudio. Elaboración propia.

Es importante precisar que el área de estudio de la tesis abarca los 4 500 ha, la misma área que comprende el SNLMT.

Revisando el Estudio de Impacto Ambiental semidetallado “Ampliación de la producción del cultivo de langostino (*Litopenaeus vannamei*), de 600 t/año a 1500 t/año, del centro acuícola Langostinera Huacura E.I.R.L., ubicada en la carretera panamericana norte km. 1222 Acapulco, del distrito de Zorritos, provincia de Contralmirante Villar, departamento de Tumbes”. Al respecto, los niveles de concentración de organismos fitoplanctónicas, tiene una gran variación de concentración entre el agua de ingreso (Punto 1 afluente), donde no existe presencia de organismos, mientras que, en el “Punto 3 efluente” registra 432 428 org/ml, observándose un incremento en la concentración de organismos fitoplanctónicos.

Aproximadamente 6 años, se omitía los trámites del otorgamiento de licencia de uso de agua, no teniendo claro los caudales necesarios que demandarían y si, afectaría en la oferta de los cuerpos hídricos. Hasta la fecha, no se encuentra obligada en gestionar la autorización de vertimiento y control de vertimientos generados por las langostineras y vertidas a la ANP SNLMT. Es por ello que, se cuenta con un soporte cualitativo, donde se ha entrevistado a funcionarios que están involucrados en la gestión, evaluación y fiscalización ambiental y acuícola.

Este fenómeno langostinero ha provocado impactos ambientales como la degradación de ecosistemas, como los manglares, donde masivamente los esteros fueron utilizados para la conversión de granjas langostineras (Stonich, 1995; Cha et al., 1997; Stokstad, 2010; Wurmman et al., 2004; J. Ramírez et al., 2018; Martínez Grimaldo, 2021), pero también se debe a que estas pozas, al terminar su ciclo productivo, son abandonadas y empiezan otro ciclo en lugares distintos, bajo el mismo sistema de roza y quema utilizado en la agricultura (Bailey, 1988; J. Ramírez et al., 2018).



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Con la finalidad de identificar si la industria langostinera estaría causando algún impacto negativo, se ha realizado un muestreo de fitoplancton y agua, análisis histórico de los resultados de fitoplancton en los puntos de efluentes de los centros langostineros, y finalmente, realizar entrevistas a funcionarios involucrados a la fiscalización y control de las actividades langostineras.

4.1. PARA EL MUESTREO DE FITOPLANCTON Y AGUA

Se ha realizado un muestreo cuantitativo de fitoplancton, acompañado con el muestreo de parámetros fisicoquímicos de agua de estero, que comprende de temperatura, salinidad, conductividad, pH y oxígeno disuelto. Este corresponde a muestras tomadas específicamente para la presente investigación y son información primaria y original, tomadas el 3 de octubre de 2021. Los puntos de muestreo están ubicados entre los límites de los CPA y el ANP, con la finalidad de poder evaluar la calidad de agua en sus posibles puntos de vertimiento (ver Figura 26). Para ello, se ha utilizado el software ArcGIS 10.8 para la elaboración de mapas.

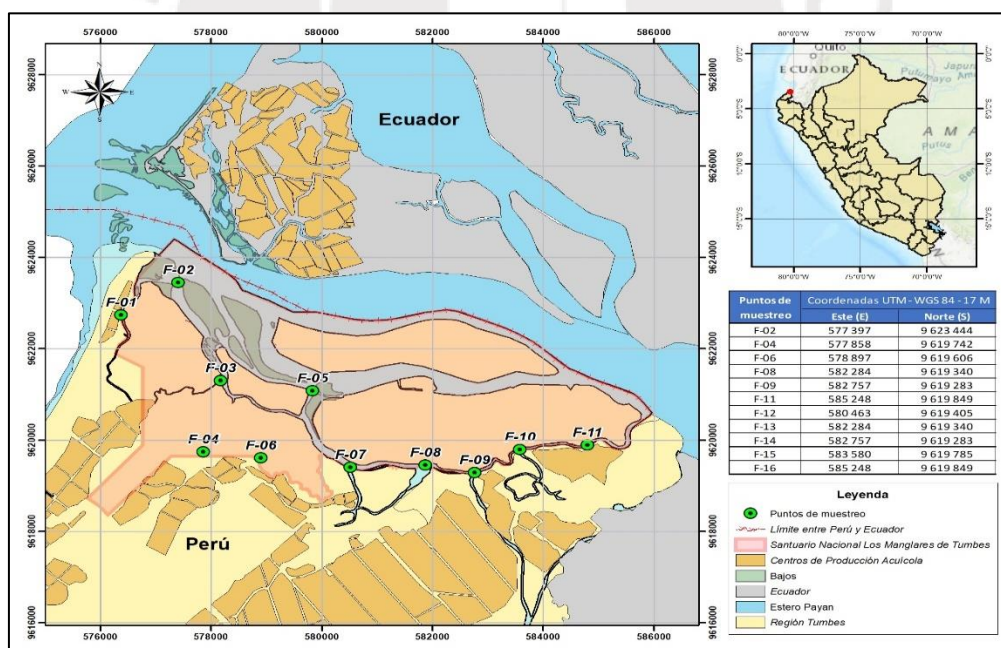


Figura 26. Ubicación de los puntos de muestreo en el área de estudio. Elaboración propia.

Estos puntos de muestreo han sido agrupados en zonas fronterizas con las langostineras, por estar ubicados en zonas frontera con los CPA, por estar en los posibles puntos de vertimientos de los CPA, por el transporte de caudal de los vertimientos de los CPA que direcciona los esteros y el agua de mar y por el acceso en

la embarcación. Asimismo, se utilizó la tabla de mareas⁵ para la planificación del muestreo (ver Figura 27), teniendo como registro el sábado 2 de octubre de 2021, amaneció en Zorritos a las 6:07:27 a. m. con la primera pleamar que fue a la 1:37 am y la siguiente pleamar a la 1:40 pm, y la primera bajamar fue a las 8:06 am y la siguiente bajamar a las 8:09 pm. Esto favoreció en la navegación en el área de estudio.

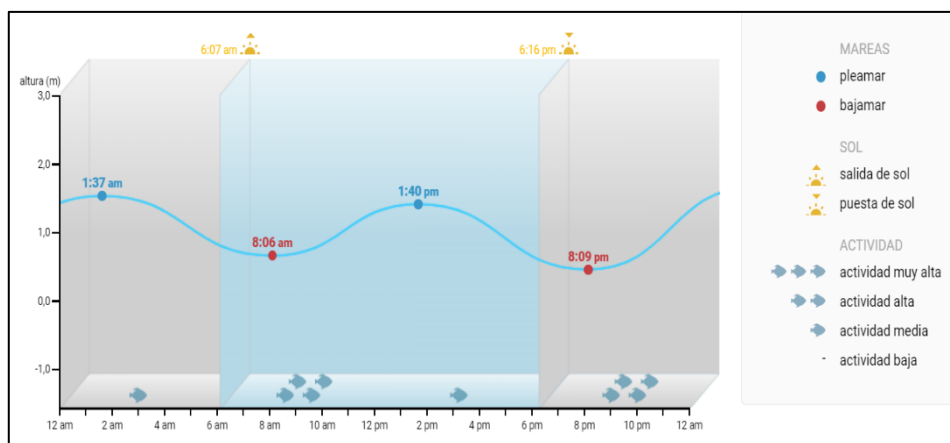


Figura 27. Pleamars y bajamars en zorritos el 2 de octubre de 2021. (Tabla de mareas 2023 de Zorritos, Tumbes para la pesca, s/f).

Se utilizó un multiparámetro de agua de estero calibrado por INACAL, marca HACH; se realizaron las pruebas y calibración de sensores antes de ser manipulado; uso de embarcación e implementos; para el muestreo cualitativo, se usó frascos de color blanco de polietileno de boca ancha de 250 ml. Luego se procedió a preservar la muestra agregándole 10 mL de formalina tamponada al 20%; todos los puntos de muestreo fueron superficiales y no de fondo (la profundidad máxima fue de 1.2 metros). En cuerpos de agua someros y/o de difícil acceso con embarcación se considera aceptable tomar las muestras desde la orilla evitando la remoción del fondo filtrando unos 20 L con una cubeta; los frascos fueron rotulados adecuadamente (código, nombre de la estación, fecha, zona del estudio, profundidad, tipo de muestra), almacenados en un cooler, embalados y enviados al laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. (ALAB), con registro de acreditación INACAL N° LE – 096.

4.2. ANÁLISIS DE LÍNEA BASE DE CPA DE LANGOSTINOS

Se ha recopilado, ordenado, georreferenciado y analizado la línea base de los EIA-sd de los CPA de langostinos, donde se encuentra información valiosa de los resultados de los monitoreos de fitoplancton en los afluentes, pozas y efluentes. Con esta información se procederá en realizar un mapa de ubicación de los CPA y puntos de

⁵ <https://tablademareas.com/pe/tumbes/zorritos>

efluentes y analizar los resultados de estos IGA con los obtenidos. No todos los CPA vierten sus aguas al mar, sino que existen un número de efluentes que son vertidos directamente al mangle. Estas se compararán con los resultados del muestreo de fitoplancton y evaluar su comportamiento.

4.3. PARA LAS ENTREVISTAS A FUNCIONARIOS

Se realizaron entrevistas semiestructuradas, debido a que se toma en cuenta las dimensiones de las variables de interés con la finalidad de poder conocer las opiniones de los actores que se encuentran involucrados en los impactos que producen los CPA de langostinos a los ecosistemas de manglar y la sociedad. Las entrevistas tuvieron una duración entre 60 a 90 minutos promedio cada una.

Con la finalidad de preservar la confidencialidad y el anonimato de los participantes, se les codificó de la siguiente forma:

Funcionario 1, Funcionario 2, ... Funcionario 10.

Como parte inicial del proceso analítico se desarrolló la codificación de las entrevistas con el fin de proteger sus identidades. Todas las entrevistas se realizaron mediante la plataforma zoom, siendo convertidos en formato de audio.

4.4. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE RESULTADOS CUALITATIVOS

Luego de realizar las entrevistas, se procedió a analizarlas, identificando respuestas recurrentes y nominarlas, con la finalidad de organizar los valores constantes y de los casos aislados para una variable. En la Tabla 3, se describe el proceso de hallazgos y respuestas ante las preguntas de investigación.

Tabla 3. Herramienta para procesar los resultados de las entrevistas.

| Matriz | Pregunta 1 | Código/ nominación | Pregunta 2 | Código/ nominación |
|---------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| Funcionario 1 | Frase x ... | a | Frase y ... | b |
| Funcionario 2 | ... Frase x | a | Frase x ... | a |
| Funcionario 3 | ... Frase y | b | Frase y ... | b |
| Funcionario 4 | ... Frase z | c | Frase aislada | d |
| Funcionario 5 | Frase aislada | d | ... Frase y | b |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| Total | - | a = 2; b = 1; c = 1; d = 1 | - | a = 1, b = 3, c = 0; d = 1 |

Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminada la cuantificación de los resultados cualitativos, serán sometidos a la prueba de Chi cuadrado de Pearson con una confianza al 95%. Finalmente, para responder a las preguntas planteadas en la investigación, se aplicará la metodología mixta o triangulación de la información cuantitativa (Ver modelo de proceso en la Figura 24), realizando el recojo de opiniones, comentarios y preocupaciones mediante entrevistas semi estructuradas de los actores que se encuentran involucrados en las actividades de los CPA de langostinos y el ANP Santuario Los Manglares de Tumbes. Realizar dicho proceso paralelo, argumenta en afirmar que la triangulación aumentará la credibilidad de los resultados cualitativos.



5. RESULTADOS

5.1. MUESTREO DE AGUA

En las siguientes figuras se muestran los resultados del muestreo del agua estuarina. Los resultados han sido comparados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, norma que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA). En la Figura 28, se muestran los valores únicos de pH, siendo F-15 el más bajo con 7.32, mientras que, en el F-04, se tiene el valor más alto con 7.92. Estos intervalos están dentro del ECA establecido (6.8 – 8.5), Categoría 4, E3: Ecosistemas costeros y marinos, Estuarios, donde estarían evitándose en el desbalance químico del agua y condiciones tóxicas para los organismos acuáticos.



Figura 28. Resultados de pH del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes.

En la Figura 29, se muestran las temperaturas únicas en cada punto de muestreo, siendo F-02 el más bajo con 25.76 °C, mientras que en el F-04, se la temperatura más alta con 26.4 °C. Estos intervalos de temperatura están dentro del ECA establecido (Δ

2), Categoría 4, E3: Ecosistemas costeros y marinos, Estuarios. Esto implica que, por parte de la temperatura, no habría efectos adversos en la disposición de oxígeno y transporte en el medio.



Figura 29. Resultados de temperatura (°C) del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes.

En la Figura 30, se muestran las concentraciones únicas de salinidad en cada punto de muestreo, siendo F-8 y F-16 los valores más bajo con 30.6 psu, mientras que, en el F-14 tiene 33.3 psu. Este parámetro no se encuentra dentro de lo establecido por el ECA para agua, pero nos ayuda a entender que en el agua mixohalina está predominando el agua de marina.



Figura 30. Resultados de salinidad (psu) del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes.

En la Figura 31, se muestran las concentraciones únicas de oxígeno disuelto (OD) en cada punto de muestreo. Todos los puntos de muestreo presentan condiciones de anoxia, teniendo niveles más bajos en F-02, F-08, F-14 y F-15, siendo 0 mg/L, mientras que, en el F-4 se tiene 0.74 mg/L como el valor más alto. Estos niveles de oxígeno disuelto están por debajo de lo establecido por el ECA agua, Categoría 4, E3: Ecosistemas costeros y marinos, Estuarios. Este comportamiento en el medio estaría afectando directamente a la fauna y posiblemente a la flora que habitan en ella.



Figura 31. Resultados de oxígeno disuelto (mg/L) del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes.

En la Figura 32, se muestran los valores únicos de conductividad eléctrica en las aguas estuarinas del área de estudio. El parámetro de conductividad no aplica en la Categoría 4, E3: Ecosistemas costeros y marinos, Estuarios en el ECA para agua, sin embargo, nos ayuda a entender que en el agua mixohalina está predominando el agua de marina.



Figura 32. Resultados de conductividad eléctrica (mS/cm) del agua de estuario realizado en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes.

5.2. ANÁLISIS REPRESENTATIVO CUANTITATIVO DE FITOPLANCTON

En esta sección se presentan los resultados y hallazgos de las muestras tomadas en este estudio para responder las preguntas de investigación. En la tabla 4, se muestran las especies identificadas en los 11 puntos de muestreo:

Tabla 4. Resultados de los muestreos de fitoplancton cuantitativo.

| Algas | Clase | Familia | Especie | Puntos de muestreo | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|---|------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | F-02 | F-04 | F-06 | F-08 | F-09 | F-11 | F-12 | F-13 | F-14 | F-15 | F-16 |
| Diatomeas | Bacillariophyceae | Fragilariaceae | <i>Asterionellopsis glacialis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Bacteriastrum delicatulum</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 127 | 1 | 15 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Bacteriastrum hyalinum</i> | 17 | 1 | 1 | 1 | 31 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Bacteriastrum sp.</i> | 1 | 60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Biddulphiaceae | <i>Biddulphia alternans</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Biddulphiaceae | <i>Biddulphia sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros costatus</i> | 14 | 13 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros curvisetus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 139 | 1 | 204 | 76 | 40 | 42 | 137 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros decipiens</i> | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros didymus</i> | 1 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros lorenzianus</i> | 24 | 9 | 67 | 1 | 32 | 1 | 15 | 1 | 1 | 10 | 1 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros socialis</i> | 135 | 1 | 96 | 1 | 82 | 1 | 204 | 1 | 1 | 5 | 1 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros subtilis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros sp.</i> | 27 | 1 | 51 | 0 | 17 | 119 | 88 | 48 | 1 | 1 | 30 |
| | Bacillariophyceae | Coscinodiscaceae | <i>Coscinodiscus centralis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Coscinodiscaceae | <i>Coscinodiscus radiatus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Stephanodiceae | <i>Cyclotella sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Bacillariaceae | <i>Cylindrotheca closterium</i> | 0 | 0 | 0 | 2595 | 51 | 846 | 34 | 38 | 22 | 6 | 4 |
| | Bacillariophyceae | Cymbellaceae | <i>Cymbella sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Rhizosoleniaceae | <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 1 | 25 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Skeletonemaceae | <i>Detonula pumila</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 1 | 16 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Lithodesmiaceae | <i>Ditylum brightwellii</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Entomoneidaceae | <i>Entomoneis alata</i> | 0 | 0 | 0 | 47 | 1 | 11 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Entomoneidaceae | <i>Entomoneis sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Hemiaulaceae | <i>Eucampia zodiacus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Bacillariophyceae | Amphipleuraceae | <i>Frustulia sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bacillariophyceae | Bacillariaceae | <i>Grupo Pseudo-nitzschia delicatissima</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | |
| Bacillariophyceae | Bacillariaceae | <i>Grupo Pseudo-nitzschia pungens</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Bacillariophyceae | Bacillariaceae | <i>Grupo Pseudo-nitzschia seriata</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 1 | 6 | |

| Algas | Clase | Familia | Especie | Puntos de muestreo | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | | | F-02 | F-04 | F-06 | F-08 | F-09 | F-11 | F-12 | F-13 | F-14 | F-15 | F-16 | |
| | Bacillariophyceae | Lauderiaceae | <i>Lauderia sp.</i> | 24 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Leptocylindrideae | <i>Leptocylindrus danicus</i> | 1 | 19 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Leptocylindrideae | <i>Leptocylindrus sp.</i> | 31 | 1 | 1 | 1 | 22 | 1 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Melosiraceae | <i>Melosira sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| | Bacillariophyceae | Naviculaceae | <i>Navicula sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 110 | 8 | 12 | 8 | 31 | 34 | 8 | 11 | |
| | Bacillariophyceae | Bacillariaceae | <i>Nitzschia longissima</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Bacillariaceae | <i>Nitzschia reversa</i> | 0 | 0 | 0 | 8 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Bacillariaceae | <i>Nitzschia sigmoidea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Bacillariaceae | <i>Nitzschia sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 7 | 2 | 2 | 1 | 12 | |
| | Bacillariophyceae | Triceratiaceae | <i>Odontella sinensis</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | Bacillariophyceae | Triceratiaceae | <i>Odontella sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Pleurosigmaaceae | <i>Pleurosigma sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 28 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| | Bacillariophyceae | Rhizosoleniaceae | <i>Rhizosolenia setigera</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Rhizosoleniaceae | <i>Rhizosolenia sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 | |
| | Bacillariophyceae | Skeletonemaceae | <i>Skeletonema costatum</i> | 1861 | 185 | 938 | 45 | 826 | 1 | 737 | 166 | 36 | 82 | 178 | |
| | Bacillariophyceae | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema frauenfeldii</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 31 | 1 | 32 | 8 | 1 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema nitzschioides</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 61 | 13 | 20 | 4 | 1 | 8 | 23 | |
| | Bacillariophyceae | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira sp.</i> | 14 | 11 | 33 | 60 | 26 | 53 | 76 | 56 | 17 | 9 | 31 | |
| | Bacillariophyceae | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira subtilis</i> | 118 | 1 | 33 | 1 | 32 | 1 | 1 | 1 | 10 | 5 | 1 | |
| | Bacillariophyceae | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira gravida</i> | 13 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | |
| | Bacillariophyceae | Naviculaceae | <i>Trachyneis sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| | Bacillariophyceae | Triceratiaceae | <i>Trieres mobiliensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| | Bacillariophyceae | Ulnariaceae | <i>Ulnaria sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | | | | 2289 | 307 | 1251 | 2923 | 1622 | 1085 | 1536 | 457 | 206 | 190 | 445 | |
| Dinoflagelado | Dinophyceae | Protoperidiniaceae | <i>Diplopelta asymmetrica</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Dinophyceae | Gonyaulacaceae | <i>Gonyaulax sp.</i> | 1 | 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 7 | 0 | 0 | |
| | Dinophyceae | Dinophysaceae | <i>Oxophysis oxytoxoides</i> | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | |
| | Dinophyceae | Prorocentraceae | <i>Prorocentrum minimum</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Dinophyceae | Protoperidiniaceae | <i>Protoperidinium pellucidum</i> | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

| Algas | Clase | Familia | Especie | Puntos de muestreo | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | F-02 | F-04 | F-06 | F-08 | F-09 | F-11 | F-12 | F-13 | F-14 | F-15 | F-16 |
| | Dinophyceae | Protoberidiniaceae | <i>Protoberidinium sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| | Dinophyceae | Peridiniaceae | <i>Scrippsiella trochoidea</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| | | | | 4 | 34 | 4 | 6 | 4 | 4 | 5 | 13 | 15 | 1 | 1 |
| Euglenophyta | Euglenoidea | Eutreptiaceae | <i>Eutreptiella sp.</i> | 1 | 1 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | Euglenoidea | Eutreptiaceae | <i>Eutreptiaceae ND</i> | 0 | 0 | 0 | 16 | 1 | 1 | 1 | 9 | 1 | 3 | 1 |
| | | | | 1 | 1 | 75 | 16 | 1 | 1 | 1 | 9 | 1 | 4 | 3 |
| Cyanobacteria | Cyanophyceae | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoriaceae ND</i> | 0 | 0 | 0 | 282 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Cyanophyceae | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 19 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Cyanophyceae | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium sp.</i> | 1 | 1 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Cyanophyceae | Pseudoanabaenaceae | <i>Pseudanabaena sp.</i> | 1 | 1 | 138 | 26 | 76 | 643 | 792 | 908 | 770 | 728 | 1 |
| | | | 2 | 2 | 213 | 309 | 96 | 645 | 792 | 908 | 770 | 728 | 1 | |



Índices:

La diversidad en el área de estudio presenta valores entre 22 y 43 especies de fitoplancton con una abundancia que oscila entre los 344 y 3254 Cel/L. El punto F-04 es uno de los poseen una baja concentración, así como una baja diversidad (23 especies, y 344 Cel/L) (Ver figura 33):

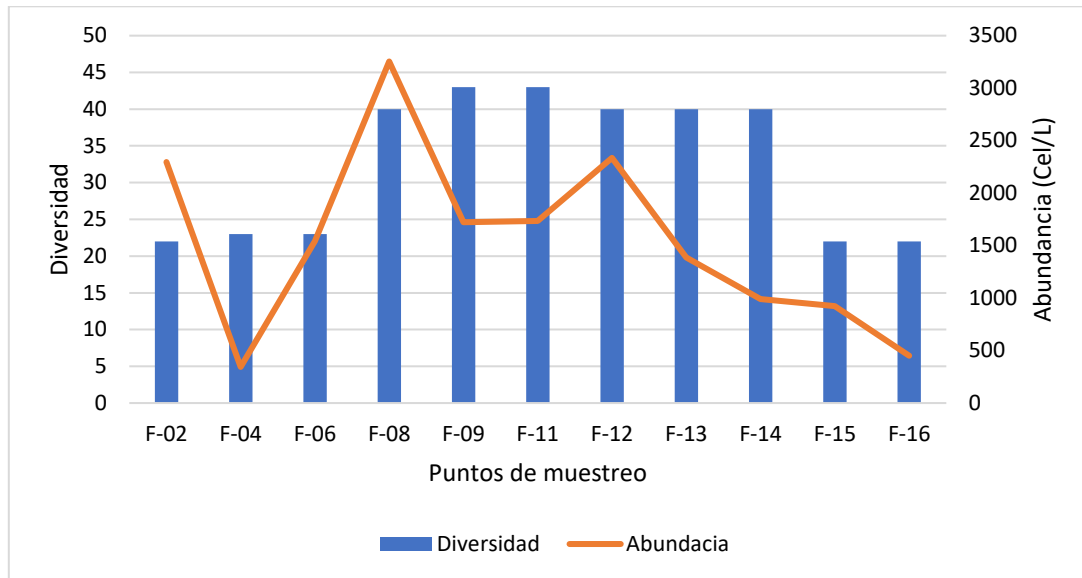


Figura 33. Comportamiento del índice de diversidad en los puntos de muestreo.

Dinámica:

La estructura comunitaria en el área de monitoreo, presenta una particularidad; se puede observar que en los puntos F-11, F-12, F-13 y F-14, son las cianobacterias las que dominan en porcentaje de abundancia. Generalmente son las diatomeas las más abundantes en los cuerpos de agua, esta particularidad debe tener un origen antropogénico (ver figura 34):

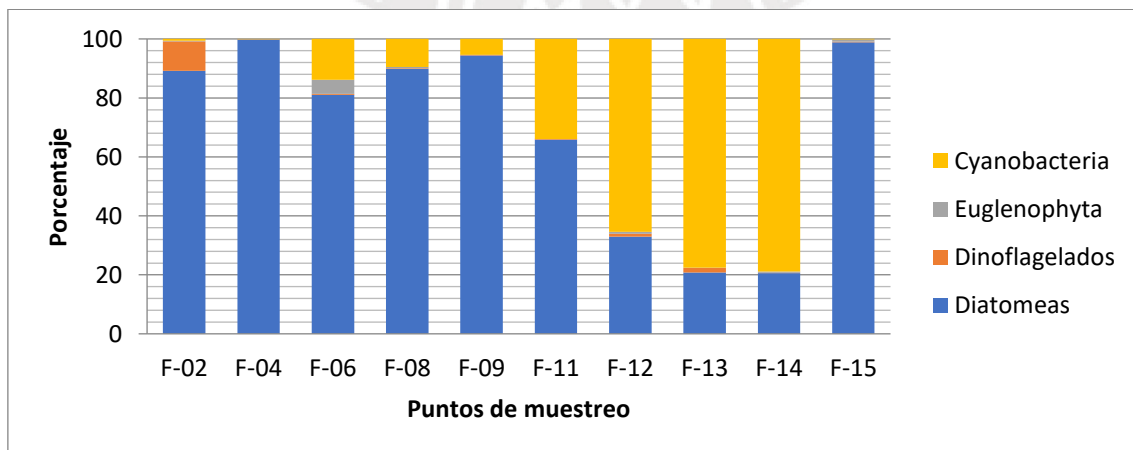


Figura 34. Gráfica de la dinámica en los puntos de muestreo.

5.3. EVALUACIÓN DE FITOPLANCTON EN EIA-sd LANGOSTINEROS

De acuerdo a la metodología planteada de la tesis, se solicitó por acceso a información pública los EIA-sd aprobados de la industria langostinera en el departamento de Tumbes a la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) del PRODUCE, donde fueron ordenados y georreferenciados para una mejor representación de los resultados del fitoplancton entre el afluente, estanque y efluente. En las siguientes tablas, se puede visualizar el comportamiento del fitoplancton, donde casi en todos los CPA cuentan con valores altos de fitoplancton en sus efluentes a diferencia del momento de captación (afluente).

Tabla 5. Fitoplancton cualitativo del afluente, estanque y efluente de los CPA de langostinos – Línea base de EIA-sd aprobados.

| Centro de producción acuícola | Fecha | Fitoplancton (org/ml) | | | | | |
|--|------------------|-----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|--------------|
| | | Coordenadas UTM 17 M | | Coordenadas UTM 17 M | | Coordenadas UTM 17 M | |
| | | Este | Norte | Este | Norte | Este | Norte |
| | | 581 492.89 | 9 617 204.4 | 581 495.85 | 9 617 047.79 | 581 557.58 | 9 617 072.31 |
| Santa Isabel S.A. Agua de estero El Algarrobo | 2017 II | Afluente | 44,253,312 | Estanque | - | Efluente | - |
| | | Diatomeas | 143,400 | Diatomeas | - | Diatomeas | - |
| | | Cianobacterias | 42,577,634 | Cianobacterias | - | Cianobacterias | - |
| | | Dinoflagelados | 13,000 | Dinoflagelados | - | Dinoflagelados | - |
| La Bocana S.A. | | Este | Norte | Este | Norte | Este | Norte |
| | | 581 492.89 | 9 617 204.4 | 581 495.85 | 9 617 047.79 | 581 557.58 | 9 617 072.31 |
| | Afluente | 936,243 | Estanque | 18,739,076 | Efluente | 25,115,235 | |
| | Diatomeas | 562,713 | Diatomeas | 273,771 | Diatomeas | 625,695 | |
| | Cianobacterias | 216,444 | Cianobacterias | 8,818,717 | Cianobacterias | 12,335,178 | |
| | Dinoflagelados | 200 | Dinoflagelados | 212,212 | Dinoflagelados | 197,952 | |
| | Silicoflagelados | 300 | Silicoflagelados | - | Silicoflagelados | - | |
| | Fitoflagelados | 156,586 | Fitoflagelados | 9,434,376 | Fitoflagelados | 11,956,410 | |
| | Nov-17 | Afluente | 3,400 | Estanque | 10,700 | Efluente | 10,200 |
| | | Diatomeas | 1,500 | Diatomeas | 5,400 | Diatomeas | 3,100 |
| | | Cianobacterias | - | Cianobacterias | 100 | Cianobacterias | 0 |
| | | Dinoflagelados | 1,900 | Dinoflagelados | 3,700 | Dinoflagelados | 7,100 |
| | | Silicoflagelados | - | Silicoflagelados | - | Silicoflagelados | - |
| | | Fitoflagelados | - | Fitoflagelados | 1,500 | Fitoflagelados | - |
| Ccoral S.A. | | Este | Norte | Este | Norte | Este | Norte |
| | | 563 601.93 | 9 610 771.64 | 563 864.14 | 9 610 694.71 | 563 845.53 | 9 610 538.13 |
| | Afluente | 3,259,309 | Estanque | 43,437,549 | Efluente | 57,390,139 | |
| | Diatomeas | 251,088 | Diatomeas | 1,301,737 | Diatomeas | 995,331 | |
| | Cianobacterias | 1,884,499 | Cianobacterias | 41,698,457 | Cianobacterias | 56,049,946 | |
| | Dinoflagelados | 371,951 | Dinoflagelados | 304,622 | Dinoflagelados | 168,647 | |
| | Silicoflagelados | 100 | Silicoflagelados | - | Silicoflagelados | 100 | |
| Fitoflagelados | 751,671 | Fitoflagelados | 132,733 | Fitoflagelados | 176,115 | | |
| Marinasol Bloque IV | | Afluente | | Estanque | | Efluente | |
| | | Este | Norte | Este | Norte | Este | Norte |
| | 555510 | 9611897 | 557246 | 9611319 | 555262 | 9609815 | |
| | 2013 - I | 52,500 | | 90,000 | | 737,500 | |
| | 2013 - II | 2,500 | | 45,000 | | 575,000 | |

| Centro de producción acuícola | Fecha | Fitoplancton (org/ml) | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|--|
| | | Coordenadas UTM 17 M | | Coordenadas UTM 17 M | | Coordenadas UTM 17 M | | |
| | | Este | Norte | Este | Norte | Este | Norte | |
| | | 581 492.89 | 9 617 204.4 | 581 495.85 | 9 617 047.79 | 581 557.58 | 9 617 072.31 | |
| | 2014 - I | 80,000 | | 80,000 | | 132,500 | | |
| | 2014 - II | 15,000 | | 397,500 | | 375,000 | | |
| | 2015 - II | 41 | | 136,563 | | 2,799,536 | | |
| | 2015 - II | 41 | | 3,166,549 | | 2,799,536 | | |
| Campo Virazon | | Afluente | | Estanque | | Efluente | | |
| | | Este | Norte | Este | Norte | Este | Norte | |
| | | 575126 | 9618792 | 575419 | 9618792 | 575657 | 9618605 | |
| | | 2013 - I | 16,110 | | 184,894 | | 29,503 | |
| | | 2013 - II | 469 | | 207,248 | | 143,273 | |
| | | 2014 - I | 3,718,398 | | 49,404 | | 74,151 | |
| | | 2014 - II | 713 | | 36,006 | | 17,935 | |
| | Campo Hawai | | Afluente | | Estanque | | Efluente | |
| | | Este | Norte | Este | Norte | Este | Norte | |
| | | 576247 | 9620669 | - | - | 576698 | 9620056 | |
| | | 2014 - I | 1,853 | | 16,875 | | 20,693 | |
| | | 2014 - II | 10,771 | | 22,520 | | 19,913 | |
| | | 2015 - I | 3,819 | | 33,967 | | 50,233 | |

5.4. RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LAS ENTREVISTAS

Se tiene como primera pregunta de la entrevista si ¿La acuicultura de langostinos es una actividad consuntiva o no consuntiva? Para ello, del análisis de los resultados de las entrevistas ha sido sometido a la prueba de Chi cuadrado de Pearson al 95% de confianza, teniendo los siguientes resultados (ver Figura 35):

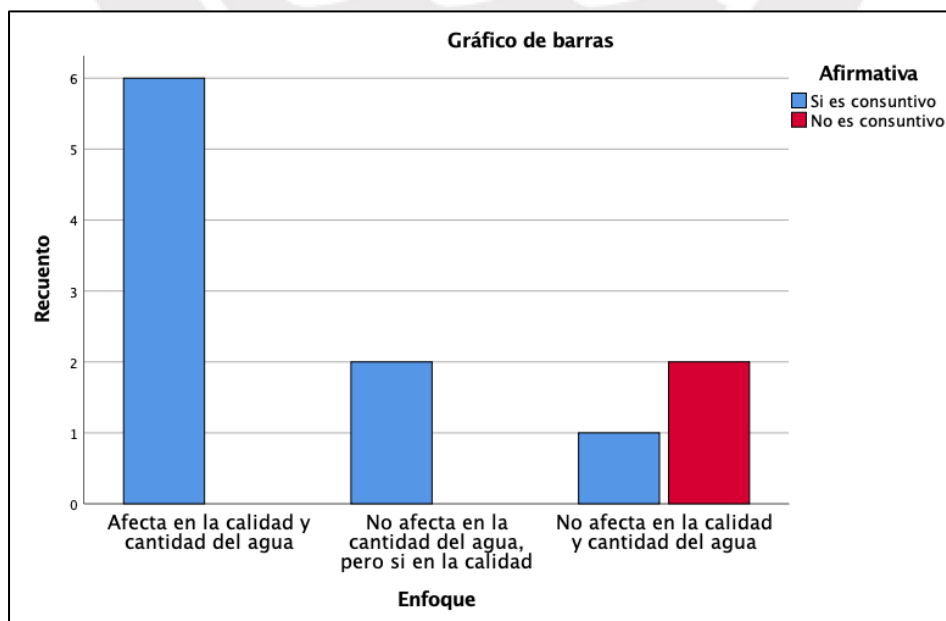


Figura 35. Resultado de la primera pregunta de investigación a los entrevistados, teniendo un error del 0.03 %.

En el anexo 4, se puede apreciar el detalle de la tabla cruzada entre el enfoque y la afirmación o negación de los resultados, así como los resultados de valor y significación asintótica (bilateral).

La siguiente pregunta es ¿Los CPA deberían contar con más obligaciones ambientales para controlar sus actividades?, siendo sometidas a la prueba de Chi cuadrado de Pearson a una confianza del 95% (ver Figura 36):

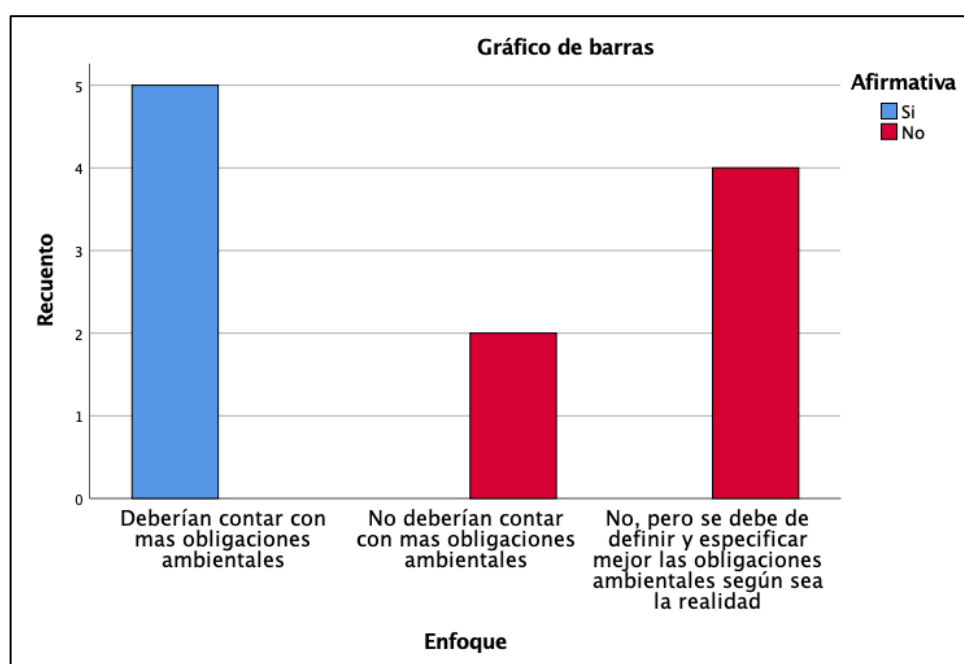


Figura 36. Resultado de la segunda pregunta de investigación a los entrevistados, teniendo un error del 0.04 %.

En el anexo 5, se puede apreciar el detalle de la tabla cruzada entre el enfoque y la afirmación o negación de los resultados, así como los resultados de valor y significación asintótica (bilateral).

La tercera pregunta de la entrevista es ¿La acuicultura de langostinos debería contar con un LMP o con un reglamento que pueda regular sus vertimientos? (ver Figura 37):

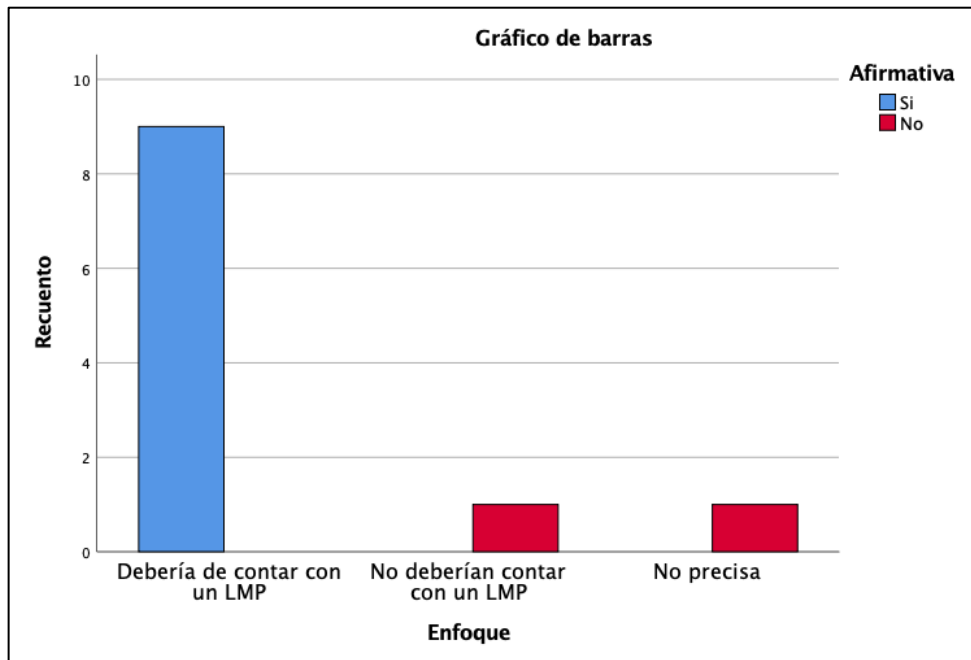


Figura 37. Resultado de la tercera pregunta de investigación a los entrevistados, teniendo un error del 0.04 %.

En el anexo 6, se puede apreciar el detalle de la tabla cruzada entre el enfoque y la afirmación o negación de los resultados, así como los resultados de valor y significación asintótica (bilateral).

6. DISCUSIÓN

6.1. FITOPLANCTON EN LOS ESTEROS

Los resultados han mostrado que no se tiene abundancia fitoplanctónica en todos los puntos de muestreo que estuvieron ubicados. Esto se debe a 2 factores:

- a. El horario y fecha de monitoreo no estuvo acorde a las actividades productivas de los CPA de langostinos, en este caso, a los calendarios de cosecha y,
- b. Se coincidió con los calendarios de la cosecha de algunos CPA de langostinos.

Ambas premisas, tienen cierta afirmación. Para realizar el plan de monitoreo en la zona de estudio, se realizó un estudio de gabinete, donde se solicitó por acceso a la información pública a la Dirección General de Acuicultura (DGA) del PRODUCE, los “Planes de Siembra y Cosecha de los CPA de langostinos ubicados en Tumbes de los años 2018, 2019 y 2020”, que, lamentablemente, señalan que no cuentan con dicha información.

De la misma manera, se solicitó por acceso a la información pública a la Dirección de Habilitaciones y Certificaciones Pesqueras y Acuícolas (DHCPA) del SANIPES, los “Planes de siembra y cosecha de los centros de cultivo de langostinos ubicados en el departamento de Tumbes, dentro de los años 2015 al 2020”, respondiendo que “son parte de los expedientes que están enmarcados en información confidencial de la empresa, establecido del TUO de la Ley 27806, por lo que, no ha sido entregada”.

Los resultados muestran de la existencia de *Skeletonema costatum* en los puntos F-02, F-04, F-06, F-09 y F-11, una diatomea conocida como alimento para la acuicultura (Azmi et al., 2020; van Houcke et al., 2017; Sarno et al., 2005) y que posiblemente se dieron las condiciones para que exista una disminución de la abundancia de otras especies de fitoplancton y tenga el potencial de afectar el ecosistema en el área donde ocurre la floración (C. Li et al., 2009).

En general, las diatomeas son beneficiosas para el ambiente y los seres vivos, es un grupo de algas unicelulares que constituye uno de los tipos más comunes de fitoplancton, siendo los responsables del 50% del oxígeno que se encuentra en el océano y están presentes en cualquier sistema acuático y alrededor del 20% de la producción primaria mundial (Campo et al., 1998), y en cualquier hábitat, además que

no consumen mucho oxígeno. Sin embargo, la *S. costatum* es una especie responsable de las mareas rojas (Liu et al., 2013), como los eventos producidos en China en los años 1972 y 2009, en el estuario del río Yangtze, bahía Hongsha de Sanya en el Mar de China Meridional, y en las aguas costeras de Fujian (Zhao et al., 2009). Las floraciones algales de marea roja que son dominadas por el *S. costatum* en aguas eutróficas, llevan a un agotamiento considerable del fósforo que ha permanecido en un nivel bajo después de que desapareció la proliferación (Huo & Shu, 2005). Estas condiciones conllevan a una disminución de abundancia de otras especies de fitoplancton (mostrado en la Figura 31, comportamiento del índice de diversidad en los puntos de muestreo), teniendo la potencial afectación al ecosistema en el área donde se ocurre la floración (Li et al., 2009). En las Figura 38 y 39, es la ubicación del punto de muestreo F-11, donde el equipo técnico presencié un olor putrefacto, y una película de color marrón oscura que se caracterizaba a un evento de floración algal.



Figura 38. Toma de muestra en el punto F-11 (tomada el 2 de octubre de 2021) (Foto: Vargas, 2021).



Figura 39. Toma de muestra en el punto F-11 (tomada el 2 de octubre de 2021) - II. Créditos: (Vargas, 2021).

Asimismo, en los puntos F-11, F-12, F-13, F-14 y F-15, se encontró *Pseudanabaena sp.* una especie de fitoplancton que está en el grupo de las cianofitas, “siendo muy diverso en microorganismos procariontes fotosintetizadores, con una amplia distribución en diferentes ambientes tanto terrestres como acuáticos. Algunas especies pueden formar florecimientos algales nocivos o tóxicos” (Muciño-Márquez et al., 2015). En aguas continentales, las cianofitas son el grupo de microalgas con mayor número de especies toxigénicas, productoras de cianotoxinas (Pérez et al., 2008). “A nivel mundial se han mencionado numerosos casos de mortandad de ganado, aves y animales silvestres, por el efecto directo de las cianotoxinas contenidas en las cianofitas, ingeridas por estos animales” (Carmichael y Falconer, 1993; Skulberg et al., 1993; Quesada-Corral, et al., 2006).

6.2. FITOPLANCTON EN LOS EFLUENTES

En la langostinera Santa Isabel, se tiene una línea base muy rica en información. Se puede ver que existió mayor presencia de diatomeas y cianobacterias durante en julio de 2017, aproximadamente 27 veces más que su afluente, y en noviembre de 2017 alrededor de 6.8 veces más población fitoplanctónica que el afluente.

El CPA Ccoral S.A., tiene resultados de monitoreo en mayo de 2018, se puede ver que existió mayor presencia de cianobacterias (56049946 org/ml) y diatomeas (995331 org/ml) durante el efluente, aproximadamente 17.6 veces más que su afluente.

El CPA Ccoral S.A., tiene resultados de monitoreo en primera y segunda cosecha en los años 2013, 2014 y 2015, donde el comportamiento del fitoplancton siempre es exponencial, superando la población de fitoplancton que se contaba en el agua de captada para la crianza.

En el CPA Virazón S.A., cuenta con una peculiaridad, ya que el agua que fue captada en su momento fue del estero y que posiblemente, esta fue mezclada con los efluentes de otras CPA aledañas o también por el canal común. De acuerdo al manejo del langostino, donde el fitoplancton y zooplancton es alimento para las post larvas, hacen que reduzcan dicha población.

En el Campo Hawai, el comportamiento de fitoplancton es igual como en los demás CPA de langostinos, siendo valores que superan a lo captado. En este IGA, solo muestran los resultados del afluente, menos del estanque y efluente. Este CPA capta agua de Estero.

Los resultados mostrados en la Tabla 5, se aprecia que solo es fitoplancton cualitativo, viéndose los niveles de org/ml mucho más alto que los resultados obtenidos en el muestreo de la tesis. Sin embargo, la identificación de especies en el muestreo y la clasificación de fito en la línea base, aumenta la probabilidad que la *S. costatum* esté con mayor presencia en los esteros, siendo esta la responsable de las floraciones algales, disminución del fosfato y la afectación al ecosistema de manglar.

En la figura 40, se muestra la ubicación de los CPA presentados:

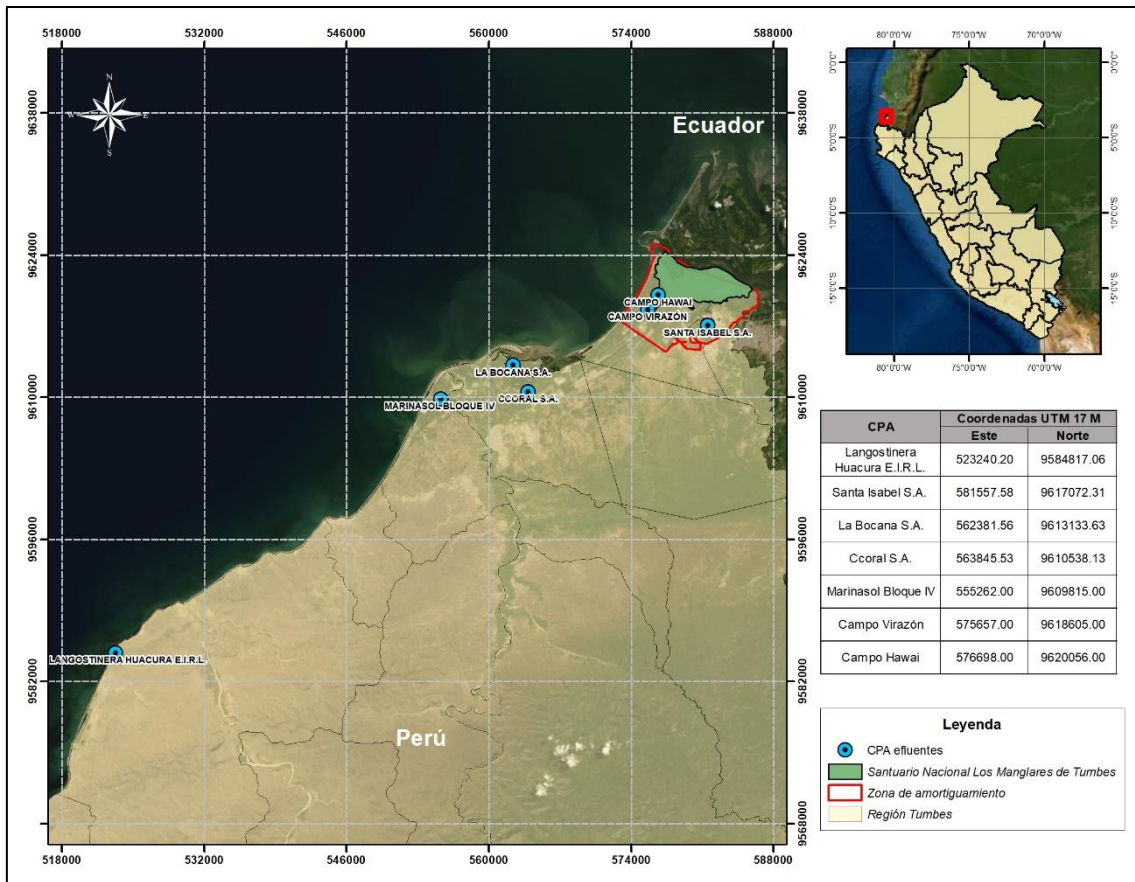


Figura 40. Mapa de ubicación de los puntos de efluentes de los centros langostineros de Tumbes. Elaboración propia.

Las descargas de los efluentes son diferentes en cada CPA, para Huacura, Marinasol, La Bocana y Ccoral, el cuerpo receptor es en el mar, mientras que, en Campo Virazón, Campo Hawaii y Santa Isabel, el cuerpo receptor son los esteros – ubicados en la zona de amortiguamiento – que están conectados al Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes.

En los IGA evaluados, no se ha podido contar con ubicación geográfica de puntos de monitoreo, o valores de los resultados, reduciéndose de 17 a 7. Por otro lado, a pesar de que este parámetro no se tiene controlado con LMP, es muy importante tener en cuenta las especies nocivas que estuvieron presentes por los posibles efectos que podría causar. Dentro de las algas nocivas se encuentran dos tipos, las algas nocivas tóxicas - que son las que generan toxinas - y las algas nocivas no tóxicas. Esta última puede producir una floración algal, generando un impacto al ambiente por generar una gran reproducción abismal de estas mismas, que al momento que estas algas microscópicas empiezan a morir, generan hipoxia, seguido de anoxia al ambiente marino o estuarino.

6.3. ENTREVISTAS A FUNCIONARIOS

6.3.1. La Fiscalización Sanitaria y Ambiental en los CPA de langostinos

Se realizaron entrevistas a funcionarios del SANIPES, donde parte de su carrera profesional fue laborar en CPA langostineras, viendo la problemática que estaría presuntamente causando al ambiente mediante sus efluentes.

“Hay que tener en cuenta que hay un canal común, y de ese canal común cada CPA fluye toda el agua dentro de su establecimiento, pero la salida de sus aguas de ese CPA “A”, vuelve a alimentar de agua a un CPA “B”, entonces, podemos decir que el último CPA que recibe el agua puede recibir la contaminación de todos los CPA que la usaron. Internamente, el CPA puede tener los mejores controles del mundo, pero si ya te viene un agua contaminada se te hace más difícil todo” (Funcionario del SANIPES I).

La carga contaminante que se puede verter en cada CPA está compuesta por nitritos, nitratos, sólidos suspendidos totales, coliformes termotolerantes, residuos de medicamentos veterinarios y abundancia de fitoplancton. El fitoplancton influye en las especies que habitan en los manglares. Hay que tener en cuenta que los manglares son una mezcla de aguas marinas con agua dulce. En las aguas marinas hay mareas rojas que impactan en los recursos, generando anoxias, mortandad, eutrofizaciones, de la misma manera el fitoplancton se comporta en las aguas dulces o de río. Dentro de esa perspectiva, sí habría especies fitoplanctónica que generen impacto en el ecosistema de manglares, más aún en la fauna que habitan en ella, como los langostinos silvestres, la concha negra y cangrejo de manglar. Al final, cuando el canal común desfogue todas las aguas residuales de los CPA, son vertidas al estero, al mangle.

Dicho esto, se plantea a los entrevistados, si el fitoplancton podría generar problemas a los recursos que habitan en el estuario:

“Generalmente, las especies que presentan problemas o impactos negativos son los dinoflagelados y cianofitas” (Funcionario del SANIPES II y III).

Pero, no es que el fitoplancton es exclusivamente malo, es muy beneficioso para las condiciones de vida en la tierra, siendo esta la responsable del 50 a 85% de oxígeno que respiramos.

“No es que afecten, hay que tener en cuenta que estas especies se reproducen de acuerdo a la presencia de nutrientes y condiciones fisicoquímicas del agua. Ahora, cada una tiene su sistema de protección. Hay algunas que al momento de amenaza se protegen generando toxinas; estas van a varias por muchos factores, como las fisicoquímicas del ambiente” (Funcionario del SANIPES I).

*“En Perú, aun no tenemos una lista de especies que son tóxicas, la única hasta el momento que se ha podido comprobar en las zonas marinas es el *Alexandrium ostenfeldii*, ya que cuando estas florecen empiezan a incrementar los niveles de PSP en el recurso” (Funcionario de SANIPES I).*

El comportamiento del fitoplancton en las aguas estuarinas va a depender de las condiciones fisicoquímicas que presenta el medio para que el fitoplancton pueda comportarse (temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y pH, y también depende de elementos químicos como el potasio, calcio, fósforo, nitrógeno). Si existe más de lo normal de nitrógeno en el medio, siempre van a proliferar las cianofitas.

“Las cianofitas y diatomeas predominan en los manglares, pero siempre se trata el agua para evitar contar con cianofitas, son indeseables en los procesos, ya que generan toxinas indeseables como es la geosmina. Cuando existe geosmina en las aguas del estanque, estas empiezan a liberarse y, cuando se liberan al langostino no lo mata, pero el músculo lo absorbe y le da un sabor de tierra. Esto conlleva a tener problemas de calidad mas no de inocuidad” (Funcionario del SANIPES II).

A parte de las condiciones fisicoquímicas del agua, es la geografía de lugar, como las bahías semicerradas, o aquellas que haya poco viento, como los manglares, y empiezan a tener mayor presencia de nutrientes, son las condiciones óptimas y favorables para que se reproduzca el fitoplancton. En Chile, por ejemplo, se tienen especies de fitoplancton que son muy perjudiciales para sus cultivos suspendidos, que, por su geografía, son bahías cerradas, que, al momento de alimentar a las especies de cultivo como peces, generan residuos de alimento, que con ello va generando un *film*, afectando muchos nutrientes, haciendo hincapié a que las algas empiecen a florecer donde genera los “Bloom algal”.

El bloom algal son aquellas algas que se forman en agua dulce cuando las cianobacterias (algas verdes azuladas) crecen rápidamente y forman espuma o capas en el agua. Algunas floraciones pueden producir toxinas que son perjudiciales para las personas y los animales (Florczyk et al., 2014). La reproducción del fitoplancton va a depender de cada especie, por ejemplo, para las diatomeas son por bipartición. Para ellos, las valvas se desencajan una de otra por el empuje del cuerpo plasmático, que aumentan de tamaño; formándose dos células hijas.

“Para los dinoflagelados, como los Alexandrium ostenfeldii considerados como tóxicos, al momento de que el ambiente no es favorable se encapsulan, convirtiéndose en quistes, estas precipitan al fondo del medio, llegando a sedimentarse, hasta que ellas encuentren condiciones favorables y comienzan a revivir. Esto ocurre en la bahía de Paracas, se sabe que hay quistes, donde ve que hay condiciones favorables para revivir y reproducirse nuevamente” (Funcionario del SANIPES I).

Estas especies mayormente consumen todo el oxígeno que hay en el medio, creando una mortandad muy grande de cualquier ser viviente que habita en ese ecosistema. A parte del abundante fitoplancton que genera anoxias, hay materia orgánica en el sustrato, que, para descomponerse, necesita de oxígeno que se encuentra a su alrededor para hacerlo. Hay que tener en cuenta que el ciclo del fitoplancton, produce oxígeno, pero el problema es cuando esta muere, y más aún si hubo un “Bloom algal”, la biomasa de fitoplancton muerto, demanda demasiado oxígeno. Esta es una consecuencia de una gran abundancia algal. Hay especies que se adecuan al medio.

Hay especies de fitoplancton que son netamente marinas, otras que son dulceacuícolas y estuarinas. Hay especies que son tolerante a estos cambios de condiciones fisicoquímicas del agua y permanecer ahí. Las especies que más toleran la salinidad del agua son las diatomeas.

“Ese comportamiento es mucho más pronunciado en el mangle, porque aparte de las algas, tenemos el suelo donde se tiene materia orgánica, el consumo de oxígeno empieza a ser fuerte, conllevando a la putrefacción” (Funcionario de SANIPES II).

En este sentido, no tener controlado la densidad fitoplanctónica en los efluentes de los CPA de langostinos, perjudicaría severamente en la flora y fauna a causa de las

condiciones de anoxias y generación de posibles toxinas por parte de las cianofitas. De acuerdo a las entrevistas obtenidas por ex trabajadores de CPA de langostinos en Tumbes y especialistas en fitoplancton se tiene las siguientes respuestas respecto a que si el fitoplancton afecta negativamente a los manglares:

- No directamente, pero si afecta dependiendo de las **condiciones** ambientales que se le presente al fitoplancton.
- Si existe especies de fitoplancton que de cierta manera influyen en los recursos que habitan en los manglares.
- No es que afecten, sino que existen especies que se reproducen de acuerdo a la presencia de nutrientes y **condiciones** fisicoquímicas del agua.

Existe un nexo muy fuerte de agua, fitoplancton y mangle, donde el agua de los estanques que usan los CPA para la siembra de langostinos es agua estuarina (mixohalinas), usadas en sus procesos productivos y vertidos al mangle, donde algunas veces son tratadas y otras no. Como hemos visto, diversas especies de fitoplancton (A, B, C, D) son o producen condiciones de toxicidad que conectan la producción de langostinos con la afectación de los manglares.

Las preguntas de la entrevista al siguiente funcionario, comprende de la siguiente manera ¿Cómo evalúan el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental para controlar los CPA?

Respecto a la información obtenida en base a las entrevistas, se tiene que, adicional a estas 4 estrategias ambientales, se añade una quinta: el control operativo. El control operativo no se trata de los aspectos ambientales que puedan afectar de acuerdo a la actividad, sino, son situaciones que pueden relacionarse y/o incurrir en un riesgo al ambiente.

“por ejemplo, el administrado tiene el deber de contar con un número de estaciones de bombeo hidráulicas en el CPA de langostinos, entonces, en base a este control, si no cumple con el número de estaciones que se tiene establecido, se evalúa el posible impacto ambiental que podría causar o impacto que existiría en esta obligación. El control operativo va más a la evaluación de lo que podría representar este tipo de impacto” (Funcionario del OEFA).

Por ello, podemos diferenciar que OEFA tiene obligaciones ambientales puntuales donde abarcan directamente a un aspecto ambiental; como por ejemplo el tratamiento de efluentes, siendo directamente vinculado a un componente que es el recurso hídrico. La manera como OEFA planifica las fiscalizaciones ambientales, es en base al PLANEFA⁶, donde en ella se tiene la planificación de los CPA que se va a visitar al año, posteriormente es donde se ejerce a la programación, y se procede a la sistematización de las obligaciones ambientales.

OEFA realiza en control de la calidad de agua y sedimentos en los puntos de: afluente, estanque y, efluente. Los resultados obtenidos *in situ* y *ex situ* son comparados de manera referencial con los ECA para Agua, Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos, Estuarios, debido a que el administrado realiza la captación del agua de mar, mezclado con el agua de río que contiene el mangle, y una vez usado en el cultivo de langostino realiza el vertimiento del agua al mismo cuerpo receptor. De acuerdo a la experiencia obtenida en campo por parte del funcionario entrevistado, se tiene que:

“En algunos CPA de langostinos, cuentan con pozos sépticos para el tratamiento de aguas residuales domésticas” (Funcionario del OEFA).

El pozo séptico es un mecanismo implementado para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas. En ella se realiza la separación y transformación fisicoquímica de la materia orgánica contenida en estas aguas. Este tipo de tratamiento de aguas residuales son preferentemente aplicadas para zonas rurales aisladas, donde no existe red de alcantarillado, prácticamente, sustituye con ventaja a las llamadas letrinas de hoyo. Asimismo, señalan que el equipo fiscalizador se basa en lo que actualmente rigen el Ministerio de la Producción.

“OEFA, dentro de sus 4 estrategias ambientales para la supervisión, nos enfocamos al monitoreo ambiental (agua y sedimentos en CPA). La importancia en la realización de los programas de monitoreo responde a la necesidad de un muestreo sistemático y permanente destinada a evaluar la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente, mediante la utilización de métodos y técnicas adecuadas al medio en que se realiza el

⁶ Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

estudio, basado en normas establecidas y guías por la autoridad competente del subsector acuicultura” (Funcionario del OEFA).

¿Podemos decir que, al realizar un tratamiento a las aguas residuales generadas por las actividades de los CPA, estas no generarían un impacto ambiental negativo en el mar o en el estuario? No podemos afirmarlo, ya que no se cuentan con las herramientas de gestión para poder controlar la calidad del efluente langostinero, y la herramienta correcta para poder valorizar estos efluentes son los Límites Máximos Permisibles. En este sentido, no podemos decir si los efluentes de los CPA están siendo controlados correctamente. Siguiendo la misma línea, la característica geográfica que tiene el manglar hace que la actividad langostinera sea “complicada” en casos de plantear y realizar un monitoreo de efluentes de estos. Ya que, hay que planificar en las fechas correctas en la etapa de engorde, donde es la etapa donde se generaría mayor población de fitoplancton, el horario de monitoreo, si será en horario diurno o nocturno, las consideraciones de la tabla de mareas, entre otras.

La siguiente pregunta formulada al funcionario del organismo ambiental es ¿Por qué el CPA de langostino no está obligada a cumplir con el ECA y LMP?

Estos puntos también son importantes y críticos para la fiscalización ambiental, porque tampoco es proponer y establecer parámetros que al final no se van a poder encontrar, ya que no se pudieron monitorear en la fecha y hora del punto crítico.

“Hay que tener en cuenta que actualmente no contamos un protocolo de monitoreo, solo contamos con una guía de monitoreo. Este protocolo debe de indicar el método, con una frecuencia establecida, para tener una base de CPA que diga, todos han usado este método establecido, una frecuencia establecida, con un horario establecido y lugar establecido” (Funcionario del OEFA).

El horario de monitoreo es muy importante en los CPA de langostinos, no es igual tomar Oxígeno Disuelto (OD) a las 6 a. m. que tomarlo a las 2 p.m., antes que despunta el sol, va a tener Oxígeno Disuelto más bajo, si se toma las 2 p.m., se tendrá un OD elevado. La razón de los horarios se debe a que la carga contaminante de estos estanques se da cuando se termina la campaña de cultivo.

Por otro lado, OEFA solo fiscaliza a las AMYGE, mientras que las AMYPE están a cargo de los gobiernos regionales, en este caso, la Gerencia Regional de Producción (GEREPRO). En Tumbes, se tiene un promedio de 35 administrados, donde el PRODUCE es el organismo encargado de evaluar sus IGA, ellos consideran la pertinencia o no, de considerar el efluente con una categoría ECA correspondiente. Asimismo, el criterio para realizar las fiscalizaciones ambientales es en base a riesgo, donde los CPA que cumplen y sus observaciones son mínimas o nulas, tienen una frecuencia baja, mientras que los CPA que más de las veces son observadas, tienen una frecuencia continua.

6.3.2. La Conservación y Preservación de las ANP

Las políticas públicas tienen repercusiones ambientales si estas sólo se enfocan en los componentes económicos y productivos, impulsadas por políticas sectoriales que no son coordinadas o integradas entre los organismos públicos encargados de velar por la conservación de los ecosistemas. Tomando la información brindada por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, es, actualmente, la única área natural protegida (ANP) a nivel nacional que protege el ecosistema de manglar, abarcando 5,000 hectáreas aproximadamente, siendo 2,972 hectáreas las que pertenecen al ANP. Se puede encontrar cinco especies de mangles en el ANP, siendo estas: rojo, colorado, piña, negro y blanco, conchas negras, ecosistema de abundante fauna de insumos a la gastronomía nacional, lugar de descanso y alimentación de aves migratorias.

Este subcapítulo se basa en los Guardaparques, que tiene las funciones de “mantener los procesos esenciales para la vida o ecosistema en función, preservar la diversidad biológica, aprovechar racionalmente los ecosistemas y/o las especies y las bellezas escénicas, las bases naturales de la cultura” (Sánchez Cevero, 2017). Y la situación puede ser aún más loable para las cerca de 80 mujeres guardaparques que pertenecen actualmente. En muchos casos, deben vencer los prejuicios y estereotipos para estar al nivel de exigencia de las ANP, ya sea desde vivir aislados de sus familias hasta sobrellevar las inclemencias del clima. Estos trabajadores, se han especializado en diferentes condiciones que conlleva a enfrentar los delitos ambientales, teniendo 250 guardaparques bomberos forestales, guardaparques especializados en el buceo, rescate y alta montaña, educadores ambientales e interpretadores ambientales (Diario El Peruano, 2021).

Para el SNLMT, se cuenta con cinco (5) guardaparques, siendo cuatro (4) varones, en ellos un (1) especialista y 1 mujer que actualmente encuentra liderado la jefatura de la ANP, la ingeniera Rosa García. De acuerdo a las funciones que tiene cada GP, se realizaron tres (3) entrevistas, que contempla los aspectos de vigilancia, control y gestión del ANP. Una de ellas, corresponde ¿La ANP tiene conocimiento que de algunas CPA vierten sus efluentes sin previo tratamiento al manglar? ¿Cuáles cree que sería la repercusión ambiental a la ANP al respecto?, teniendo como respuesta lo siguiente:

“Tenemos conocimiento de que las empresas langostineras vierten en el ANP, pero es con tratamiento. Incluso cuando ellas solicitan la compatibilidad y opinión técnica a su instrumento de gestión ambiental, nosotros hemos empezado a resaltar que el vertimiento de los efluentes al ANP debe contar con un tratamiento, porque definitivamente todo este material que se utiliza, es vertido al ANP, e incluso no sabemos cuánto, o el porcentaje que estaría afectando a los recursos hidrobiológicos que se encuentran en este sistema” (Funcionario del SERNANP 1).

Es importante señalar que, unos de los pasos para obtener la certificación ambiental, es debe de contar con opinión técnica vinculante de cada sector, en este caso, involucra a tres (4) organismos, como ente sectorial, al PRODUCE, como organismo que vela por la no afectación a la cantidad y calidad de los recursos hídricos, a la ANA, por el manejo correcto y la inocuidad sanitaria que podría alterar al ecosistema de manglar, al SANIPES, y porque las langostineras se encuentran ubicadas en la ZA, al SERNANP. Su IGA, en este caso, el Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIA-sd) pasa por la evaluación y con ello, obtener opinión favorable y puedan desarrollar sus actividades. Estas langostineras se encuentran actualmente en actualización de sus IGAS, como lo señala el Decreto Supremo N.º 012-2019-PRODUCE. Posteriormente, luego de contar con las obligaciones ambientales que se encuentran en el IGA aprobado, son fiscalizados por el OEFA.

“Las langostineras se encuentran en la zona de amortiguamiento y la mayoría de sus aguas las arrojan a lo más cercano que es el santuario. Pero, la mayoría de las langostineras, creo, en su totalidad, son formalizadas, tienen sus instrumentos de gestión ambiental. Ellos presentan sus instrumentos de gestión ambiental, lo reviso, conjuntamente con la unidad

de gestión ambiental. Y sí, ellos tienen sus pozas de tratamiento. Si las tratan, donde cada cierto tiempo vienen actualizando sus instrumentos de gestión ambiental. Si nos comunican ellos” (Funcionario del SERNANP 2).

Podemos ver, que ambos guardaparques coinciden que las aguas vertidas tanto al mar como al estero, son sometidos a un “tratamiento” previo. Sin embargo, si el agua no ha sido alterada, no debería ser tratada, así como la Ley General de Acuicultura, Ley N.º 1195, en el artículo 28º (Consejo de Ministros, 2015), establece que:

“Precítese que los efluentes provenientes de la actividad acuícola, exceptuando el procesamiento primario, no califican como aguas residuales, por lo tanto no requieren autorización de vertimientos” (Consejo de Ministros, 2015).

La acuicultura es una actividad muy favorable para el desarrollo de ciudades y países, favoreciendo en diversos aspectos sociales, ambientales y económicos, el problema es que las normativas, han sido establecidas de manera muy general. Podemos decir que, va a depender del ecosistema donde se desarrolla la acuicultura y el manejo que se tiene. No podemos comparar un tratamiento de agua para un cultivo de moluscos bivalvos que se desarrolla en el mar, o comparar a la crianza de trucha, desarrollándose en los lagos y algunas de las zonas altoandinas con las piscigranjas langostineras en los mangles. El siguiente entrevistado, tiene una perspectiva contraria a sus compañeros:

“Casi todas las empresas que están en la zona de amortiguamiento, ¡sí! ¡Todas!, en realidad no tienen un manejo de las aguas. Simple y llanamente abren las compuertas y evacuan las aguas directamente a los canales y estos posteriormente llegan a los esteros del santuario” (Funcionario del SERNANP 3).

Si bien, los CPA de langostino están obligados a tratar sus aguas de cultivo antes de ser vertidas al medio (PRODUCE, 2019b), así como el OEFA se encarga de que las obligaciones ambientales aprobadas en el EIA, en este caso, del tratamiento y monitoreo del afluente, medio y efluente, sean cumplidas, no cuentan con una herramienta de medición correcta, solamente, tienen como referencia el Estándar de Calidad Ambiental para agua. Dicho esto, se pregunta respecto a los efluentes vertidos

por CPA en los manglares ¿La ANP ha tenido problemas en las especies que habitan en los manglares? ¿Como cuales problemas y que especies?

“Conversamos casi diario con los concheros y lo que comentan es que, antes que se estableciera las langostineras, había concha en el sector, bastante. Entonces, después de años que empieza el fango, que no solamente es un fango suelto, si no ya es algo que huele a putrefacto, parece que eso ayuda a que la presencia de la concha esté ahí y muera. Ellos mismos lo comentan, desgraciadamente cuando el agua se pone negra el barro se pone negro oscuro, prácticamente deja de existir la concha” (Funcionario del SERNANP 3).

Estas son las consecuencias de no contar con un LMP que pueda evitar la alteración y perturbación del agua de cultivo usada o, mejor dicho, efluente langostinero. Al comparar con un ECA para agua, no tenemos todos los parámetros que debemos de evaluar, es más, los controles de los puntos de agua que son: afluente, medio y efluente, se encuentran conforme a los establecido en Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos, Estuarios (MINAM, 2017), de acuerdo a la información brindada por el OEFA.

Siguiendo esta línea, se plantea la siguiente pregunta respecto a que, si estas prácticas traerían repercusiones ambientales a la ANP, teniendo la siguiente respuesta:

“Lo que se está viendo es que, en algunos espacios, sobre todo en la zona de amortiguamiento, hay unos esteros que, si se están viendo afectados, se puede percibir, incluso oler. Hay un olor muy desagradable. Cuando nos vamos a uno de nuestros puestos porque están en la ruta, podemos ver que cuando vierten los afluentes en los canales, no se percibe ese olor. Pero si, cuando el agua está estancada, las mareas no son muy grandes y no llega el agua del mar a los canales donde están las langostineras, se percibe el olor desagradable” (Funcionario del SERNANP 1).

La experiencia que comparte este guardaparque, es lo palpable durante su jornada de control en la ANP. Hay que tener presente que el olor desagradable no corresponde a heces de humanos o de animales, corresponde mayormente al agua en condiciones de anoxia con materia orgánica. El segundo entrevistado comparte lo siguiente:

“Un extractor comentó que donde desemboca actualmente el agua residual de la langostinera, o quizás muy cerca de ahí, hubo más presencia de conchas. Sin embargo, con el transcurrir del tiempo, ha bajado la población de conchas negras en ese sector que él mencionaba, que antes si había regular conchas” (Funcionario del SERNANP 2).

Existen más factores que podrían afectar la densidad de la concha negra: el cambio climático, los efectos del fenómeno El Niño, la sobre explotación del recurso – cabe señalar que el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, contribuyó y trabajó con los cangrejeros y concheros de tumbes para las buenas prácticas de cosecha, realizando y respetando las vedas - la colmatación del río Zarumilla, y, en este caso, los vertimientos de los CPA de langostinos.

“En realidad, no podría decirle que son solamente comentarios de la experiencia, pues si contamina o no lo determina un laboratorio. Yo puedo ver que el agua está negra, sucia, o que huele mal, pero el que determina eso es un laboratorio, no yo. En realidad, si sabemos que se está usando químicos en la producción, en este caso de langostino, de hecho, que va a tener afectar, porque una cosa es cultivar naturalmente y otra cosa cultivar con antibióticos, que sé yo, que es lo que utilizan ellos, y esa agua aparte de que lleva residuos de los químicos va sin oxígeno al verterlo. Como ellos vierten sus aguas en marea seca, cuando viene la marea, el agua se va a duplicar o triplicar, entonces, los contaminantes se van a disolver y van a bajar su densidad. Es por eso que sería bueno tomar puntos, justamente en donde ellos abren su compuerta y en marea seca, porque siempre se han hecho monitoreos en marea llena” (Funcionario del SERNANP 3).



Figura 41. Vertimiento de las aguas de cultivo de langostineras en la zona de amortiguamiento del ANP – 1 (tomada el 11 de julio de 2022). Créditos: Y. Aguirre, 2022.



Figura 42. Vertimiento de las aguas de cultivo de langostineras en la zona de amortiguamiento del ANP – 2 (tomada el 11 de julio de 2022). Créditos: Y. Aguirre, 2022.

El guardaparque, sin que se dé cuenta, confirmó lo que párrafos anteriores se ha estado mencionando, evaluar un efluente con un ECA no ayuda en poder medir los parámetros correctos que podrían estar afectando al cuerpo receptor y el comportamiento que ocurre en el agua e indirectamente, al manglar. Asimismo,

menciona los antibióticos que el SANIPES se encarga de controlar bajo su PCPC, pero solo en el producto (langostino), mas no, en el agua. Luego de haber respondido estas preguntas, se preguntó si los CPA son una posible fuente de contaminación a la ANP, señalando lo siguiente:

“Si, considero que son fuente de contaminación. Sobre todo, las de mayor escala. Las intensivas utilizan químicos, además que ellos almacenan el agua y tienen un sistema de oxigenación, que se mantiene ahí por un periodo, que, imagino que es hasta el engorde del recurso; hasta que ya tenga el tamaño comercial y luego se vierte. Es decir, si es una fuente de contaminación, pero tampoco podemos dejar de lado a las de menor escala, que aun sabiendo que aplican menos químicos, que las intensivas” (Funcionario del SERNANP 1).

Los insumos químicos que menciona el funcionario, son los medicamentos veterinarios. Estos medicamentos son utilizados para poder controlar las lesiones o enfermedades que afectan al langostino, como la enfermedad de cabeza amarilla, mancha blanca, etc. (Fundación Vet + i, 2022). Es posible que, al tener un mal manejo en las dosis de medicamentos, generen residuos, quedándose en el medio acuático y sedimento, para luego, sean vertidas. Su experiencia con el segundo funcionario es similar con el anterior:

“Los extractores señalan que las aguas residuales de las langostineras están alterando, las contaminan. Si bien, puede haber una alteración, no existe un estudio que diga que si es positivo, negativo o neutro. Eso es lo que nos hace sustentar que, si puede haber una alteración, no podemos entrar a un juicio porque no tenemos esa investigación que diga: si, está pasando esto. No lo sabemos, quizás pueda perjudicar a alguna especie o puede ser beneficiaria para otra. No sabemos cómo es la alteración que está ocasionando, puede ser al agua, los recursos hidrobiológicos, o incluso puede ser a la flora. Ahí no lo sabemos exactamente cuál es la alteración que está realizando este ingreso de aguas residuales de las langostineras hacia la zona de amortiguamiento y que están llegando a toda el área o quizás a parte del área protegida” (Funcionario del SERNANP 2).

Tanto los profesionales del SERNANP como los miembros de la asociación de concheros, cuentan con información empírica, que, a lo largo de los años, han

observado el comportamiento del manglar frente a las actividades de las langostineras. Actualmente, no se cuenta con información cuantitativa que podría demostrar la posible contaminación o alteración del ANP.

“Pienso que, si deben afectar, en gran o menor escala, no lo podría decir, pero los comentarios como te digo son esos. Que la actividad acuícola, al menos para el extractor, si le incomoda que esa agua pestilente, se vierte y dicen pues, que esto está matando a la concha, está contaminando el agua y nadie dice nada” (Funcionario del SERNANP 3).

Hay que resaltar, que, durante las respuestas dadas por los guardaparques, hay una constante, y es la posible afectación a la concha negra por el vertimiento de los efluentes de los CPA. Así como también, la incomodidad de ver un agua posiblemente contaminada y que, los análisis fisicoquímicos y biológicos del agua estén dentro de los establecido en una ECA.

6.3.3. Gestión Hídrica

En esta parte, se ha entrevistado a funcionarios de la ANA, donde se les hace hincapié sobre la autorización de vertimientos. Para esto, se obtuvieron resultados diferentes. Se inició preguntando ¿Por qué no existen autorizaciones de vertimientos de efluentes en los CPA de langostinos actualmente?, teniendo como respuesta del funcionario de la ANA 1:

“La mayoría de casos los centros de producción no hacen transformación, solo hacen cultivo en la mayoría, pero, en algunos casos si lo hacen y en esos casos si tenemos administrados que pagan su retribución económica por vertimiento porque producen aguas residuales industriales producto de la transformación, ojo, si no hay transformación, no hay una planta de producción, en teoría, no tendrían por qué, ya tenemos la norma que nos indica expresamente que en esos casos no se requiere ni derecho de uso de agua ni autorización de vertimiento, esas reglas del juego las ha puesto el sector” (Funcionario de la ANA 1).

Cuando el funcionario indica que “si no hay transformación”, se refiere a que sus procesos productivos presentan características que podría alterar la calidad del agua. Estas podrían ser mayor carga orgánica, diferentes conductividades eléctricas o

niveles altos de fósforo, nitratos, detergentes, grasas, aceites, metales pesados, etc. Por otro lado, para poder corroborar esto, se solicitó información mediante acceso a la información pública a la Autoridad Nacional del Agua, teniendo tres autorizaciones de vertimientos por actividad acuícola vencidas, ubicados en la región Piura. Sin embargo, para la región de Tumbes, no se contaba con ninguna autorización de vertimiento. En la Tabla 6, se detalla lo mencionado:

Tabla 6. Listado de autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas subsector acuicultura 2010 – 2020.

| Razón Social | Cuenca | Tipo Agua Residual | Caudal (l/s) | Régimen | Volumen anual (m³) | Cuerpo de Agua | Resolución | Fecha de Operación | Vigencia | Estado |
|-------------------------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|----------------------------|--------------------|----------|---------|
| American Quality Aquaculture S.A.C. | Cuenca Chira | Industrial | 11.95 | Continuo | 376,821 | - | R.D. N°0058-2014-ANA-DGCRH | 4/03/2014 | 2 años | Vencida |
| Eco Acuicola S.A.C. | Cuenca Piura | Industrial | 0 | Intermitente | 800,000 | Rio Piura | R.D. N°0041-2011-ANA-DGCRH | 17/02/2011 | 2 años | Vencida |
| American Quality Aquaculture S.A.C. | Cuenca Chira | Industrial | 11.95 | Continuo | 376,821 | - | R.D. N°0047-2010-ANA-DCPRH | - | 2 años | Vencida |

Para el funcionario de la ANA 2, su respuesta se basa en la normativa vigente:

“Esto está vinculado a la Ley General de Acuicultura, en el artículo 28 se indica que los influentes provenientes de la actividad acuícola no califican como residuales, no requieren la autorización de vertimiento, entonces solo necesitan autorización los que son residuales. Actualmente, no hay una normativa que indique que se pueda tomar esto como agua residual, por ende, que necesite autorización, por el hecho que la ley lo ha decidido así” (Funcionario de la ANA 2).

Definir a los efluentes de la acuicultura como aguas no residuales los efluentes de la acuicultura, es porque fue en términos generales. Esta definición encaja mejor para los cultivos de sistema suspendido o de fondo de concha de abanico, o algas marinas, como también la crianza de truchas en lagos, lagunas o piscigranjas donde la circulación del agua es continua, es oxigenada al recambio. Sin embargo, estos tipos de cultivo son desarrollados en ecosistemas diferentes en un manglar, donde el comportamiento del viento es calma o llegando a 4 m/s por la vegetación que se tiene, el tipo de agua mixohalina al mezclar el agua de río y agua de mar, el cambio de marea

diaria, hace que sea más sensible o su recuperación natural ante acciones antrópicas se reduzca.

“La Ley de Recursos Hídricos, señala que todo vertimiento necesitaría de una autorización, para esto su instrumento de gestión ambiental debe contemplar que los efluentes o las aguas residuales sean tratadas previamente; además se debe comprobar que las condiciones del cuerpo receptor, permita que pueda tener un proceso natural de purificación. Entonces, visto esto, la Ley General de Acuicultura en su artículo 28°, precisa que los efluentes provenientes de la actividad acuícola, no califican como aguas residuales, es decir que no serían modificadas y sus características originales se mantendrían, como es captado es devuelto. Y por esto es que según la normativa y la Ley de Recursos Hídricos y la Ley General de Acuicultura, al no ser consideradas como aguas residuales, no requerirían una autorización de vertimiento. No calificarían como aguas residuales” (Funcionario de la ANA 3).

De igual manera que el entrevistado anterior, se basan en la normatividad vigente, donde el sector acuícola prima a la de los recursos hídricos. Vemos, que la cantidad es su punto clave para que el sector acuícola sea omitido de obligaciones ambientales que otros sectores están sujetos a cumplir.

6.3.4. Discusión de entrevistas

Para la primera pregunta, se señala que, los 11 entrevistados tuvieron respuestas diversas entre sí, contrastando el efecto de la acuicultura de langostinos en la calidad y cantidad del agua. Sin embargo, 9 de estas señalan sería consuntiva. Asimismo, 2 de las 11 entrevistados indicaron que esta actividad no afecta en la cantidad y calidad del agua, dando a entender que la normativa actual se ajusta a la realidad.

“Cuando no existe un consumo de agua donde el volumen ingresa y sale igual, no habría un gasto de este recurso. Por lo tanto, pasaría a cantidad no consuntiva. Todas aquellas actividades que no requieran un gasto” (Funcionario de la ANA 1).

“Hablando de lo que es cantidad que va a requerir la actividad de acuicultura de langostino. Bajo ese contexto, la actividad de acuicultura de langostino

es no consuntivo, en mi experiencia que tengo como evaluadora sobre proyectos de acuicultura de langostino, si hemos visto casos donde la actividad, indica un volumen de agua que va a consumir. Sin embargo, el volumen de agua que sale es superior” (Funcionario de la ANA 2).

“La acuicultura de langostinos es una actividad no consuntiva dado que el volumen de agua asignado al desarrollar esta actividad, no se consume al desarrollarla. Pero me gustaría agregar que, según el reglamento de la ley de acuicultura, este dice el uso de agua para acuicultura como medio de crianza, al no ser consuntivo, va a tener preferencia sobre otras actividades productivas. Esta preferencia va a comprender el desarrollo de la actividad acuícola en sí, pero también abarca la infraestructura destinada para este fin” (Funcionario de la ANA 3).

Los funcionarios de la ANA, dejan claro que, en términos de cantidad hídrica, la actividad acuícola es no consuntiva. El tema de los derechos de uso de agua va a partir del uso consuntivo y no consuntivo del recurso. Hay entender que la Licencia de Uso de agua, es una IGA que acredita la oferta que el cuerpo hídrico puede ser explotado sin ser afectado. En ella está detallado el caudal por cada mes del año (m³/mes), comprometiendo a la empresa a no exceder más de lo acordado. Para el caso de los langostinos, se usa hasta tres (3) tipos de fuentes de agua, estos son de estero, de mar y agua subterránea.

“Si nos enfocamos en la Ley General de Acuicultura y también en la Ley de Recursos Hídricos indica que es considerada agua residual aquella que ha sido modificada con alguna actividad antropogénica y sabemos que la acuicultura es una actividad que tiene una modificación en la calidad del agua. Porque tenemos que considerar que la acuicultura tiene categorías productivas” (Funcionario de la ANA 2).

“Si bien no implicaría cambios en el volumen; si ocurren cambio en la composición. De este modo, se pueden presentar alteraciones del medio, porque hay aportes de materia orgánica, también disposición de sólidos que pueden presentarse el incremento de nutrientes, de residuos químicos, que finalmente van a generar un impacto negativo en el medio acuático.” (Funcionario de la ANA 3).

El uso consuntivo son para actividades diarias que la población utiliza para su el desarrollo de sus actividades y calidad de vida, en prevalecer y conservar la vida, incluso está pasando un tema de seguridad hídrica y seguridad alimentaria, que ahora van de la mano porque entendamos que “una población sin agua es una población sin salud”. Hay muchos problemas de salubridad en todo el mundo y la disponibilidad del recurso hídrico es primordial para el uso humano, para el consumo de las poblaciones. Luego vienen los usos que son para las actividades productivas o poblaciones. Es en este sentido, que de acuerdo a la normativa vigente (Ley General de los Recursos Hídricos N.º 29338 y la Ley General de Acuicultura N.º 1195) se basan para poder responder, por lo que pasaría a calidad no consuntiva todas aquellas actividades que no requieran un gasto, una alteración en su condición normal, un impacto negativo en su calidad.

De igual manera, el funcionario del PRODUCE, hace énfasis en la cantidad consumida de los CPA de langostinos, donde en las operaciones existe la evaporación de aguas en los estanques y pozas, y el agua que usó los CPA como medio de vida, regresan a los canales para el tratamiento, devolviendo en un 90% aproximadamente.

“Nosotros determinamos que la actividad acuícola es no consuntiva, porque no consume el agua, lo utilizas como medio de vida” (Funcionario de PRODUCE).

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) solo es competente cuando hay una afectación en el cuerpo de agua. Mientras que, las actividades productivas y poblacionales se rigen a través de sus sectores. Un ejemplo, la actividad minera tiene que ser administrada gestionada por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Para las actividades acuícolas y pesqueras – que es el caso - son gestionadas y administradas por el Ministerio de la Producción (PRODUCE). PRODUCE, mediante la Dirección de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) tiene la normativa ambiental vigente y mediante las cuales les comunica a sus administrados de qué forma van a realizar la actividad, que mecanismos ellos van a cumplir la normativa ambiental, entre los usuarios que realizan actividades tanto extractivas productivas y poblacionales. Asimismo, PRODUCE regula la actividad pro pesquera, como a la extractiva y de transformación, siendo las plantas pesqueras para la producción de harina de pescado, aceite de pescado, plantas de consumo humano directo, plantas de consumo humano indirecto. Dentro del consumo indirecto está la producción de harina y aceite de pescado y de directo están las conservas las plantas de harina residual, la planta de congelados, curados, entre otros.

La herramienta de gestión ambiental es el Decreto Supremo N.º 012-2019-PRODUCE, gestionando ambientalmente los sub sectores de pesca y acuicultura. Recuerda que en PRODUCE tenemos 2 sub sectores, el sub sector pesquería y acuicultura. Esta norma le da la facultad al sector en que sean los reguladores del monitoreo de consumo humano directo como indirecto. Cuentan también con un protocolo de monitoreo aprobado mediante Resolución Ministerial N.º 271-2020-PRODUCE, detallando los procedimientos para el monitoreo de efluentes de establecimientos pesqueros de consumo humano directo como indirecto.

Los organismos como ANA y OEFA realizan reuniones de trabajo en conjunto, o mejor dicho, realizando un “trabajo articulado” con PRODUCE, poniéndose de acuerdo en desarrollar los procedimientos correctos en base a la experiencia y criterios técnicos. En resumen, estos organismos no son los que gestionan la actividad, sino el sector que define si esta actividad no genera efluentes o no genera aguas residuales. En este sentido, así estos organismos emitan opiniones técnicas con la voluntad de mejorar en los controles productivas y reducir los impactos ambientales, no pueden incursionar. El principio por medio del cual las entidades estatales ‘no dedicadas al ambiente’ ajustan sus políticas cuando éstas están dañando el ambiente. En el mismo orden de ideas, la integración de políticas ambientales debería ser una medida para “organizar las políticas pertenecientes a entidades sectorizadas para atacar problemas ambientales, que son, por naturaleza, transversales” (Jacob & Volkery, 2004; Fernández Vázquez, 2014, p. 468; Brenner, 2018, p. 2).

“De acuerdo al Artículo 32º del Reglamento de la Ley General de Acuicultura, precisa el uso del agua para la acuicultura, como medio de crianza, al no ser consuntivo, tiene preferencia de uso frente a otras actividades productivas. Esta comprende el desarrollo de la actividad acuícola y la infraestructura destinada para tal fin” (Funcionario del SERNANP 1).

“Personalmente, para el cultivo intensivo, se capta de agua de pozo subterráneo y lamentablemente, cuando vierten las aguas es de color petróleo. Bajo esta definición, podemos decir que ¿es un efluente lo que expulsa la acuicultura de langostino? Mas aún, estos CPA tiene la obligación de tratar el agua en pozos de sedimentación, pozas biológicas y luego verterlas al estero. Si el agua no se alteraría, no debería tener tratamiento” (Funcionario del OEFA).

“Es consuntiva, porque, al momento que captan el agua para realizar su cultivo de langostino, no la devuelven igual como la encontraron. Tomemos un ejemplo sobre la evaluación de EIA en langostineras. El agua que han captado en el CPA existía pocas especies de fitoplancton y a la hora de devolverla al medio, estaban regresándola con gran cantidad de especies, estas especies que son vertidas es posible que pueda perjudicar al ambiente de manglar o podrá causar algún daño a las especies que habitan en ella” (Funcionario de SANIPES 1).

“Si es consuntiva, por más probióticos y/o remediador que se utilice, así realice un impacto mínimo, pero si genera un impacto, siempre. Ahora, a esta variable si le agregamos el uso de antibióticos durante el cultivo, podría decirse que el agua no regresa al medio tal como uno la captó al inicio. Sale un poco golpeada, pero otra verdad es que no todos los acuicultores utilizan antibióticos, hay otros que si lo utilizan de manera indiscriminada donde ahí si genera un impacto mucho mayor” (Funcionario de SANIPES 2).

“Es consuntiva, porque el agua debería regresar con la misma calidad que la captó, pero no es así” (Funcionario de SANIPES 3).

“Es una actividad consuntiva el cultivo y que la descarga del agua pueden que estén generando una alteración al cuerpo de agua receptor, debido, quizá, a las diferentes partículas que trae consigo la descarga del agua” (Funcionario de SERNANP 2).

“A mi experiencia, puedo decirte que, el agua que ellos captan es de estero, entonces ahí no hay problemas de cantidad, pero de calidad, estos la devuelven con menos oxígeno y con algunos químicos, insumos que utilizan por el tipo de cultivo” (Funcionario de SERNANP 3).

Funcionarios de la ANA, PRODUCE y uno de SERNANP, comparten su enfoque en la cantidad de agua que no se consume cuando los CPA realizan sus actividades de cultivo. Mientras que seis (6) funcionarios que involucran a OEFA, SANIPES y SERNANP, tienen una preocupación más por la calidad de agua que es regresada al medio, sea mar, sea estero – manglar. Tienen claro que en condiciones de cantidad no hay una afectación directa a otros usuarios o que esté afectando a la oferta del cuerpo hídrico. Desde que se adopta la acuicultura en el Perú y hasta hoy, se piensa que es una actividad económica que, no contaminada, donde no es del todo cierta. Es

posible por falta de conocimiento en aspectos ambientales, por la compleja geografía, o porque, tal vez, la dirección política del estado genera el desbalance entre lo económico y lo socioambiental, prevaleciendo lo primero.

Para la segunda pregunta, se señala que, los 11 entrevistados tuvieron respuestas diversas entre sí, diferenciándose en que dicha actividad tenga más obligaciones ambientales. Sin embargo, 6 de estas señalan que no debería haber nuevas medidas. Asimismo, 4 de estos 6 entrevistados indicaron que debería de ser más específicas, en este caso, la acuicultura de langostinos.

“Creo que más que contar con obligaciones ambientales, se debería es tener una evaluación de los aspectos ambientales un poco más profundas y se debería de considerar información no solo de gabinete, sino que realmente estos estudios ambientales contengan información de campo. No es tanto cuantas obligaciones tengan las CPA, sino que estén bien definidas y saber bien, que componente afecta. Porque, si seguimos en ese concepto que la acuicultura no contamina, y ser parte de esa premisa, entonces, ¿qué podemos hacer para conservar el ecosistema?” (Funcionario del OEFA).

“Es de opinión que los CPA, de las categorías de Acuicultura de Mediana y Gran Empresa - AMYGE y Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa – AMYPE. Cada una tiene un diferente tipo de impacto negativo al ecosistema manglar y marino. en tal sentido la promulgación de un Reglamento donde se detalle cual es la densidad de uso en un Sistema de Extensivo, Semi Intensivo, Intensivo y Supe intensivo, el cual va a permitir contar con una herramienta disuasivo para el desarrollo y cultivo de langostino blanco y se evalué el tipo de impacto leve, moderado y significativo como la norma sectorial y ambientales lo exigen” (Funcionario del SERNANP 1).

“Muchas más halla que sean obligatorias, deben de cumplirse por parte del administrado y las autoridades competentes deben realizar seguimiento o fiscalización más continua a los compromisos o obligaciones” (Funcionario del SERNANP 2).

“Creo que, al aprobarse su EIA, ahí están estipuladas las obligaciones que deben cumplir y son fiscalizados. No creo que deban contar con mas, sino que cumplan lo que están” (Funcionario del SERNANP 3).

“Yo he tenido la oportunidad de estar en ambos lados, como productor en una empresa productora del sector privado y también he estado en el área de fiscalización de un organismo del estado. Yo hago mi balance, y creería por conveniente que no deberían existir más obligaciones, dentro de la misma rutina de desarrollo de la acuicultura o del ciclo de cultivo; por ejemplo, en un momento de siembra o cosecha, no considero que debería haber más reglamentaciones, ni limitaciones, ni más ordenanzas. Porque las que ya hay son suficientes. Por un lado, tienes a SUNAT, a SANIPES, a la SUNAFIL, OEFA, ANA; entonces debe existir una norma regulatoria que controle, pero hasta cierto punto. Ahora, en qué momento deben existir este tipo de regulaciones que yo considero que son necesarias, pero son necesarias cuando el productor quiere dar un paso más” (Funcionario del SANIPES 2).

“Nosotros solo opinamos en lo que corresponde a manera de Recursos Hídricos. Por decir, si ellos van a utilizar Recursos Hídricos de alguna manera y lo van a transformar en un procesamiento, entonces, ellos nos tienen que decir cómo van a gestionar eso. El sector ambiental correspondiente es el que les va a gestionar a ellos” (Funcionario de la ANA 1).

“Sí, porque no hay una normativa específica, un LMP que pueda ser la normativa comparativa para esto. Pero si hay cultivos intensivos y súper intensivos y una gran carga de contaminantes en estos efluentes. Ahora los puntos de control que se puedan establecer ahí son muy importantes, porque es un efluente que va a ser descargado dentro de un cuerpo de agua” (Funcionario de la ANA 2).

“Claro que sí. La acuicultura no es una actividad de carácter consuntivo como otras actividades, si debería evitar todo tipo de contaminación a los cuerpos naturales de agua. Entonces, a mi parecer, si bien no implicaría cambios en el volumen; si ocurren cambio en la composición. De este modo, se pueden presentar alteraciones del medio, porque hay aportes de materia orgánica, disposición de sólidos también puede presentarse incremento de nutrientes, de residuos químicos, que finalmente van a generar un impacto negativo en el medio acuático. Entonces, todos esos efectos negativos van

a superar la capacidad del cuerpo natural para recuperarse” (Funcionario de la ANA 3).

En el artículo 28° de la Ley General de Acuicultura, indica que los influentes provenientes de la actividad acuícola no califican como residuales, no requieren la autorización de vertimiento (Consejo de Ministros, 2015). Asimismo, al enfocamos en la Ley de Recursos Hídricos indica que es considerada agua residual aquella que ha sido modificada con alguna actividad antropogénica (Congreso de la República del Perú, 2009) y donde esta actividad genera una modificación en la calidad del agua. La magnitud del impacto es distinta, dependiendo de las categorías productivas: acuicultura de recursos limitados, la acuicultura de microempresa, de pequeña empresa y el de mediana y gran empresa. Esta última va a modificar la calidad del agua que está ingresando; por sus características como la crianza es masiva y el uso de medicamentos veterinarios, produciría un efluente contaminado descargado al cuerpo de agua receptos (agua de mar o agua de estero). Actualmente, la definición que tiene el agua usada por las actividades acuícolas, genera un vacío que omite contar con la autorización de vertimientos.

“El Decreto Supremo N.º 012-2019-PRODUCE, establece que los administrados, de quienes sus estudios ambientales tengan más de 5 años, deben presentar una actualización. Porque inicialmente se tenía normas que actualmente no están vigentes” (Funcionario del PRODUCE).

Para la última pregunta, se señala que, los 11 entrevistados tuvieron respuestas diversas entre sí, teniendo una mayor aprobación (9 de 11 entrevistados) en contar con un Límite Máximo Permisible (LMP) como herramienta de control ambiental de las aguas residuales vertidas en los CPA de langostinos. Sin embargo, 2 de estas señalan que no debería de haber porque es una actividad que no altera la calidad del agua de cultivo.

“A mucho se puede decir, el parámetro X se elevó, y ¿por qué se elevó? Porque se comparó con la norma canadiense de sedimentos. Tenemos otro parámetro elevado, y ¿por qué está elevado? Se comparó con el ECA que es lo único referencial que tenemos. Ahí es donde podemos decir que hay un vacío legal. Principalmente, por no contar con un protocolo de monitoreo de aguas, segundo, definir qué tipo de residuos son los langostinos muertos por no contar con una LMP” (Funcionario del OEFA).

“Lo que si es necesario dar a conocer que un LMP es una herramienta para determinar la infracción y su grado de impacto negativo y la sanción correspondiente” (Funcionario del SERNANP 1).

“Claro. Debido a que actualmente no se tiene LMP para esta actividad y toda queda muy ambiguo” (Funcionario del SERNANP 2).

“Debe de tener, es agua que sale negra, huele mal, debe de ser controlada. De que altera, no podría afirmarlo, eso lo hace un laboratorio” (Funcionario del SERNANP 3).

“Si deberíamos contar con un LMP, un reglamento que controle los vertimientos. Necesitaríamos agarrar un historial y ver la data, para poder adecuarlo y realmente no sean requisitos irreales los que soliciten cuando tienen números para comparar sus datos. Yo sí creo que deba existir un reglamento que pueda regular los vertimientos porque es necesario, ahora con el tema de la economía circular ligado a la producción sostenible, obligan y direccionan al acuicultor a ir por ese enfoque de actividad azul, en la cual se basan en la sostenibilidad” (Funcionario del SANIPES 2).

“En realidad, nosotros no podríamos decir si debe/debería haber más control. Eso es una competencia funcional que tiene cada sector. Nosotros lo único que podemos gestionar es lo que nos corresponde a nosotros, es lo que te podría decir” (Funcionario de la ANA 1).

“Sí, porque los LMP es una normativa que a comparación del ECA Agua no es muy restrictiva, pero los LMP es para el cumplimiento en el efluente. Ahora en el cuerpo receptor si tiene que cumplir con el ECA agua, pero el efluente tiene que cumplir con el LMP establecido, porque está dependiendo de su categorización productiva puede llegar a contaminar los cuerpos de agua, lo que se ha demostrado cuando hemos tenido proyectos de centros de cultivo intensivos, ellos nos han presentado sus monitoreos de sus efluentes en los cuales si se verifica que tiene una alta concentración de parámetros, coliformes, oxígeno disuelto, son esos que nos hace tener el sustento de pedirle y recomendarle que consideren un tratamiento a sus

efluentes y también puntos de control establecidos en su efluente y cuerpo receptor” (Funcionario de la ANA 2).

“A mi parecer sí, porque como hemos visto, esta actividad sí produce cambios en la actividad del agua; el agua que es utilizada ha cambiado sus características originales y luego va a ser vertida al cuerpo natural, entonces, el incremento de nutrientes, el aumento de materia orgánica, la reducción del oxígeno disuelto, que también es bien importante; podría haber una alteración del potencial de hidrogeno se puede hasta afectar la transparencia del agua. Entonces frente a esto, nos encontramos frente a una actividad que, por sus características de calidad, requerirían de un tratamiento previo y si se debería de contar con un LMP y con una autorización de vertimiento, porque esto va a permitir que se pueda efectuar un control y una fiscalización del tratamiento de los efluentes” (Funcionario de la ANA 3).

“Claro, definir cuándo se debe muestrear y cuando presentar. Normalmente el muestreo, es semestral, anual y bianual” (Funcionario del PRODUCE).

Indudablemente, es una actividad que debe de contar con un LMP. Ahora ¿cómo es que va a establecer estas normativas? ¿cómo es que se va a regular? Esto es un trabajo en conjunto con los sectores involucrados – ANA y OEFA – y quien va a la cabeza es PRODUCE y MINAM, como actualmente las políticas lo establece. Donde, primeramente, se tendría que modificar el artículo 28°, definiendo específicamente que las aguas vertidas de la acuicultura de langostinos en manglares son de tipo residual. Con ello, el reglamento estaría establecido por la ANA. Esta nueva obligación ambiental aseguraría que el cuerpo de agua receptor (estero) pueda tener la capacidad de recuperación natural tras recibir las descargas. En este caso, una normativa que pueda regular los efluentes de aguas residuales, ayuda a los organismos fiscalizadores que esta actividad pueda cumplir con sus obligaciones ambientales frente a los efluentes que son vertidos al cuerpo natural.

En este caso, el protocolo de monitoreo de efluentes y la propuesta de parámetros a evaluar en un Límite Máximo Permisible debería de considerar los siguientes criterios:

- Aplicación: A los administrados con licencia de operación habilitada/vigente de los CPA que generan efluentes y vertimientos a cuerpos receptores de ecosistema frágil (manglar), debiendo ser monitoreados por laboratorios acreditados por

INACAL o instituciones acreditadas por entidades miembro de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC).

- Parámetros a monitorear: La autoridad evaluadora y fiscalizadora ambiental tiene la potestad de incluir parámetros adicionales en los efluentes de los CPA de langostinos.

Tabla 7. Listado de parámetros a considerar en un LMP para la acuicultura de langostinos.

| Parámetros | Unidades |
|-----------------------------|------------|
| pH | - |
| DBO ₅ | mg/l |
| DQO | mg/l |
| Sólidos Suspendidos Totales | mg/l |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100 ml |
| Fitoplancton | cel/l |
| Amoxicilina | ppm |
| Ampicilina | ppm |
| Florfenicol | ppm |
| Sulfonamidas | ppm |
| Enrofloxacino | ppm |
| Flumequina | ppm |
| Ácido Oxolínico | ppm |
| Clortetraciclina | ppm |
| Oxitetraciclina | ppm |
| Tetraciclina | ppm |

- Frecuencia: Un monitoreo en la etapa de cosecha por campaña, presentando dentro de los 30 días hábiles posterior a la toma de muestra.
- Ubicación de estación de monitoreo: Debe de fijarse a la salida del tratamiento del efluente y antes de ser vertida al cuerpo receptor, con la finalidad de evitar la dilución del efluente antes de su monitoreo.

7. CONCLUSIONES

La presencia de *S. costatum* en los puntos de muestreo del estero, evidencia eventos de floraciones algales, agotamiento del fósforo en el medio y la potencial afectación al ecosistema de manglar, considerándose un indicador de contaminación ambiental. Sin embargo, se necesita más resultados de fitoplancton cuantitativo en los efluentes langostineros para tener mayor solidez en demostrar si tiene un impacto en manglar. Existe el potencial impacto sobre la concha negra, pero se necesita más información para demostrar impacto sobre el mangle y su fauna específicamente.

La acuicultura langostinera es una actividad consuntiva, debido a los cambios existentes en la calidad de agua vertida. La actividad dependiente de la categorización, enmarca la generación de residuos como el alimento balanceado, antibióticos y los excrementos de los langostinos. Estas características hacen que la concentración del agua captada no tenga las mismas características al agua que se vierte.

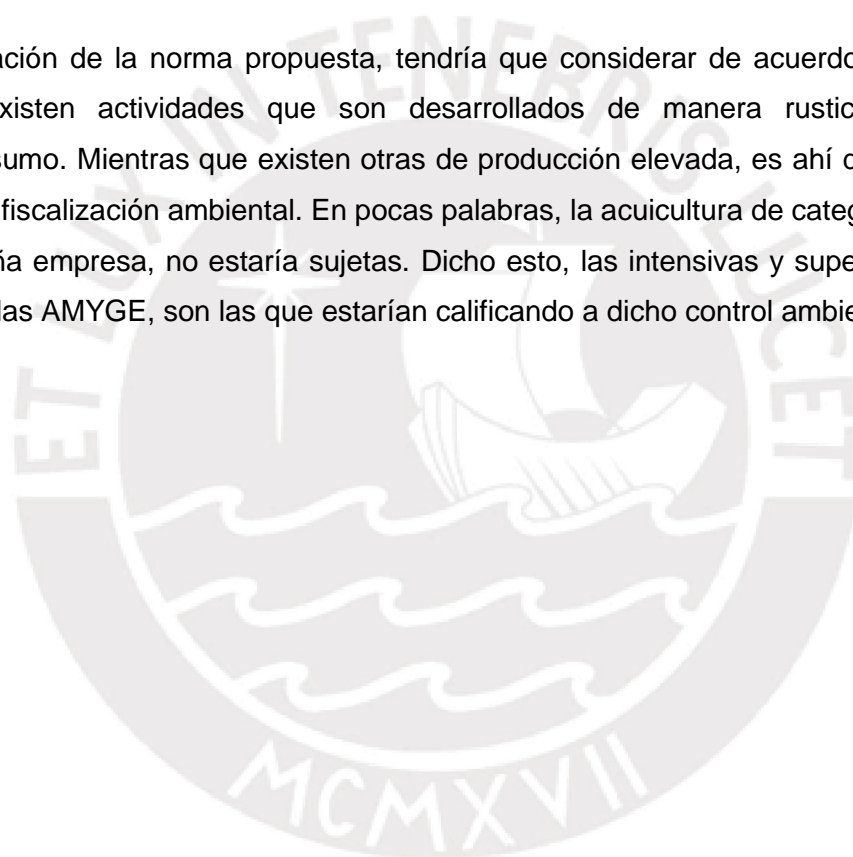
Existe desarticulación entre los fiscalizadores (OEFA, PRODUCE, ANA), productores y el SERNANP. Pero también es posible, que los organismos sectoriales como PRODUCE y MINAM, hagan caso omiso a los especialistas en materia de recursos hídricos y fiscalización ambiental. Es indudable que debería de controlarse los vertimientos de los langostinos y con ello, las especies de fitoplancton que son de potencial impacto en el mangle. A la vez, contar con un LMP de vertimientos para la industria langostinera.

8. RECOMENDACIONES

Para futuros estudios relacionados a los efluentes de la industria langostinera, se recomienda realizar muestreos en diferentes épocas del año y diversos ciclos de mareas.

Una alternativa para reducir la afectación del ecosistema del manglar, es que los vertimientos de los CPA sean direccionados a un cuerpo receptor con mayor capacidad de recirculación de oxígeno, en este caso, el mar y no a los esteros que comprende el manglar.

La aplicación de la norma propuesta, tendría que considerar de acuerdo al uso de agua. Existen actividades que son desarrollados de manera rustica para el autoconsumo. Mientras que existen otras de producción elevada, es ahí donde va el control y fiscalización ambiental. En pocas palabras, la acuicultura de categoría AREL y pequeña empresa, no estaría sujetas. Dicho esto, las intensivas y superintensivas que son las AMYGE, son las que estarían calificando a dicho control ambiental.



9. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Velázquez, J., Cerdeira Estrada, S., Cruz López, M. I., Díaz Gallegos, J., Galindo Leal, C., Jiménez Rosenberg, R., Márquez Mendoza, J. D., Ressler, R., Rodríguez Zúñiga, M. T., Troche Souza, C., Uribe Martínez, A., Valderrama Landeros, L., Vázquez Balderas, B., Vázquez Lule, A. D., & Velázquez Salazar, S. (2013). *Manglares de México: Extensión, distribución y monitoreo*. (Primera edición). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://doi.org/10.5962/bhl.title.111178>
- ADB. (2004). Special Evaluation Study on Small-Scale Freshwater Rural Aquaculture Development for Poverty Reduction. *Operations Evaluation Department, Asian Development Bank*, 67. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB2013202030>
- Adduci, M. (2009). Neoliberal Wave Rocks Chilika Lake, India: Conflict over Intensive Aquaculture from a Class Perspective. *Journal of Agrarian Change*, 9(4), 484–511. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0366.2009.00229.x>
- Alongi, D. M. (2014). Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon Management*, 3(3), 314–323. <https://doi.org/10.4155/cmt.12.20>
- Alongi, D. M. (2020). Carbon Cycling in the World's Mangrove Ecosystems Revisited: Significance of Non-Steady State Diagenesis and Subsurface Linkages between the Forest Floor and the Coastal Ocean. *Forests*, 11(9), 977. <https://doi.org/10.3390/f11090977>
- ANA. (2019). *Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Tumbes*. Drupal. <http://www.ana.gob.pe/consejo-de-cuenca/tumbes/portada>
- Bailey, C. (1988). The social consequences of tropical shrimp mariculture development. *Ocean and Shoreline Management*, 11(1), 31–44. [https://doi.org/10.1016/0951-8312\(88\)90004-5](https://doi.org/10.1016/0951-8312(88)90004-5)
- Baltazar, P., Palacios, J., & Mina, L. (2014). *Producción, Comercialización y Perspectivas de Desarrollo de la Acuicultura Peruana*. 11(2), 16. <https://doi.org/10.21142/cient.v11i2.191>
- Benavides, M. O., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 1, 8. <https://www.redalyc.org/pdf/806/80628403009.pdf>

- Biao, X., & Kaijin, Y. (2007). Shrimp farming in China: Operating characteristics, environmental impact and perspectives. *Ocean & Coastal Management*, 50(7), 538–550. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.02.006>
- Bluffstone, R. A., Anantanasuwong, D., & Ruzicka, I. (2006). Mixing economic and administrative instruments: The case of shrimp aquaculture in Thailand. *Environment and Development Economics*, 11(5), 651–667. <https://doi.org/10.1017/S1355770X06003172>
- Blythe, J., Flaherty, M., & Murray, G. (2015). Vulnerability of coastal livelihoods to shrimp farming: Insights from Mozambique. *AMBIO*, 44(4), 275–284. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0574-z>
- Brenner, L. (2016). Una consecuencia de la falta de integración de la política ambiental. *Gestión y Política Pública*, XXVII, 237–267.
- Brenner, L. (2018). Una consecuencia de la falta de integración de la política ambiental. *Gestión y Política Pública*, 32.
- Campbell, B., & Pauly, D. (2013). Mariculture: A global analysis of production trends since 1950. *Marine Policy*, 39, 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.10.009>
- Campo, C., Behrenfeld, M., Randerson, J., & Falkowski, P. (1998). *Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components | Science*. 237–240. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.281.5374.237>
- CDC. (1986). *Centro de Datos para la Conservación—CDC - UNALM - Distribución de Especies—Base de Datos de Biodiversidad—Monitoreo—Fauna—Flora—Biodiversidad—Especies—Áreas Naturales Protegidas (ANPs)—Base de Datos—Sensores Remotos—SIG*. <http://cdc.lamolina.edu.pe/AreaTrabajo/AreaTrabajo.html>
- Cha, M. W., Young, L., & Wong, K. M. (1997). The fate of traditional extensive (gei wai) shrimp farming at the Mai Po Marshes Nature Reserve, Hong Kong. *Hydrobiologia*, 352(1), 295–303. <https://doi.org/10.1023/A:1003064414663>
- Congreso de la República del Perú. (1967). *Ley N° 16726. Declarando de interés social y de necesidad nacional la promoción y desarrollo del sector agropecuario del país* (p. 4). Congreso de la República. <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://docs.peru.justia.com/federales/leyes/16956-mar-21-1968.pdf>

- Congreso de la República del Perú. (2001a). *Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPECA_OTRO/marco-legal/1.2.%20Ley%20Acuicultura%20127460.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2001b). *Ley N° 27446—Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*. 13. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12770/Ley-N_-27446.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2008a). *Decreto Legislativo N° 1047, Decreto que aprueba la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de la Producción* (p. 3). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.midagri.gob.pe/porta/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/decretos/1047.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2008b). *Ley N 26834—Ley de Áreas Naturales Protegidas*. 13. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-26834.pdf>
- Congreso de la República del Perú. (2009, marzo 30). *Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos*. 40. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/ley-no-29338-ley-de-recursos-hidricos#:~:text=Contiene%20la%20Ley%20N%C2%BA%2029338,reglamento%20de%20la%20mencionada%20ley>.
- Congreso de la República del Perú. (2013, julio 9). *Ley N° 30063, Ley de creación del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES)*. 4. http://www.sanipes.gob.pe/normativas/10_30063.pdf
- Consejo de Ministros. (2008). *Decreto Supremo N° 030-2008-AG. Aprueban fusión del INRENA e INADA en el Ministerio de Agricultura, siendo éste último el ente absorbente* (p. 2). Consejo de Ministros. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1752508/DS%20N%20030-2008-AG.pdf.pdf
- Consejo de Ministros. (2015, agosto 29). *Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Acuicultura, Ley N 1195*. 8.
- Consejo de Ministros. (2020, marzo 15). *Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del*

- COVID-19*. 4. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566448/DS044-PCM_1864948-2.pdf
- Curran, S. (2002). Migration, Social Capital, and the Environment: Considering Migrant Selectivity and Networks in Relation to Coastal Ecosystems. *Population Council*, 28, 89–125. <https://www.jstor.org/stable/3115269>
- Di Nitto, D., Neukermans, G., Koedam, N., Defever, H., Pattyn, F., Kairo, J. G., & Dahdouh-Guebas, F. (2014). Mangroves facing climate change: Landward migration potential in response to projected scenarios of sea level rise. *Biogeosciences*, 11(3), 857–871. <https://doi.org/10.5194/bg-11-857-2014>
- Diario El Peruano. (2021, diciembre 6). *Sernanp: 714 guardaparques peruanos celebran su día conservando las áreas protegidas*. <https://elperuano.pe/noticia/134844-sernanp-714-guardaparques-peruanos-celebran-su-dia-conservando-las-areas-protegidas>
- Dourojeanni, M. (2018). *Áreas naturales protegidas del Perú: El Comienzo* (1era ed.). Grijley. [chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclclefindmkaj/http://biodiversificat.pronaturaleza.org/wp-content/uploads/publicaciones/pdf/0028e5c2c2d4bd859a4519a3a91c7588.pdf](http://biodiversificat.pronaturaleza.org/wp-content/uploads/publicaciones/pdf/0028e5c2c2d4bd859a4519a3a91c7588.pdf)
- Fajardo Urbina, J. (2015). *Modelado numérico del campo de velocidades y niveles de marea en el Santuario Nacional de Los Manglares de Tumbes* [Universidad Nacional del Callao]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/1561?show=full>
- FAO. (1983). *Conservación de la diversidad biológica en los bosques tropicales bajo régimen de ordenación*. IUCN.
- FAO. (1984). *Informes Nacionales Sobre el Desarrollo de la Acuicultura en América Latina* (Pedini Fernando-Criado, M, Vol. 294). <https://www.fao.org/3/ad020s/AD020s15.htm>
- FAO. (2020). *Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2018/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2018/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2018*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1213t>
- FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>

- Fernández Vázquez, E. (2014). *Integración de la política ambiental en México. El caso de la política agropecuaria.* 465–505. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13331693006>
- Florezyk, M., Łakomiak, A., Woźny, M., & Brzuzan, P. (2014). Neurotoxicity of cyanobacterial toxins. *Environmental Biotechnology*, 10(1), 26–43. <https://doi.org/10.14799/ebms246>
- Flores, D., Céspedes, L., & Martínez, A. (2013). *Informe Técnico Especial: Identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes* (p. 84) [Informe Técnico Especial Programa Presupuestal por Resultados 035: Gestión Sostenible de Recursos Naturales y Diversidad Biológica]. Instituto Geofísico del Perú. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/477>
- Fundación Vet + i. (2022). *Guía de uso responsable de medicamentos veterinarios.* Fundación Vet + i. https://www.vetresponsable.es/vetresponsable/guias-de-uso-responsable-por-especie-animal/acuicultura_3932_340_4078_0_1_in.html
- Galappaththi, E. K., & Berkes, F. (2014). Institutions for managing common-pool resources: The case of community-based shrimp aquaculture in northwestern Sri Lanka. *Maritime Studies*, 13(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s40152-014-0013-6>
- Godoy, M. D. P., & Lacerda, L. D. de. (2015). Mangroves Response to Climate Change: A Review of Recent Findings on Mangrove Extension and Distribution. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2), 651–667. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520150055>
- Gorman, D. (2018). *Historical Losses of Mangrove Systems in South America from Human-Induced and Natural Impacts* (pp. 155–171). https://doi.org/10.1007/978-3-319-73016-5_8
- Goyal, S. M., & Cannon, J. L. (2016). *Viruses in Foods* (2a ed.). <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-30723-7>
- Graglia, J. (2012). *En la búsqueda del bien común. Manual de políticas públicas* (1era ed.). Konrad Adenauer Stiftung. https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=1a34cc41-1d2b-ff9d-4905-661db8e0cea9&groupId=287460
- Greene, L. W. (1984). *A History of the Discovery, Management, and Physical Development of Yosemite National Park, California. 1*, 590. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://home.nps.gov/yose/learn/historyculture/loader.cfm?csModule=security/getfile&PageID=135608>

- Hall, D. (2004). Explaining the Diversity of Southeast Asian Shrimp Aquaculture. *Journal of Agrarian Change*, 4, 315–335. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0366.2004.00081.x>
- Hernández Sampieri, R. (2010). *Ampiación y fundamentación de los métodos mixtos*. 5ta edición, 48.
- Hishamunda, N., & Ridler, N. B. (2006). Farming fish for profits: A small step towards food security in sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 31(5), 401–414. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2005.12.004>
- Huo, W. Y., & Shu, J. J. (2005). *Outbreak of skeletonema costatum bloom and its relations to environmental factors in Jiaozhou Bay, China*. <https://dr.ntu.edu.sg/handle/10356/93994>
- Hussain, S. A., & Badola, R. (2010). Valuing mangrove benefits: Contribution of mangrove forests to local livelihoods in Bhitarkanika Conservation Area, East Coast of India. *Wetlands Ecology and Management*, 18(3), 321–331. <https://doi.org/10.1007/s11273-009-9173-3>
- INRENA. (1996). *Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, propuesta para su designación como Sitio Ramsar* (p. 26) [Técnico]. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/PE883RIS.pdf>
- INRENA. (2001). *Estrategia de conservación del ecosistema de Los Manglares de Tumbes* (p. 63). INRENA. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2511>
- INRENA. (2007). *Plan Maestro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes 2007—2011* (p. 193). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/SN_Manglares_de_Tumbes/Plan%20Maestro%202007%20-%202011%20SN%20Los%20Manglares%20de%20Tumbes.pdf
- Instituto Nacional de la Economía. (2018, mayo 4). *Acuicultura, historia y actualidad en México*. gob.mx. <http://www.gob.mx/inaes/articulos/acuicultura-historia-y-actualidad-en-mexico?idiom=es>
- IPCC. (2019). *Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (p. 36). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/03_SROCC_SPM_FINAL.pdf
- IPCC. (2022). *Sexto informe de evaluación del IPCC: Cambio Climático 2022*. 6, 84. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

- Islam, Md. S. (2008). From pond to plate: Towards a twin-driven commodity chain in Bangladesh shrimp aquaculture. *Food Policy*, 33(3), 209–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2007.10.002>
- Jacob, K., & Volkery, A. (2004). “Institutions and Instruments for Government Self-regulation: Environmental Policy Integration in a Cross-country Perspective”. *Politische Vierteljahresschrift*, 291–309.
- Junta de Gobierno. (1963). *Decreto Ley N° 14552 del 11 de julio. Creando el Servicio Forestal y de Caza como organismo de derecho público interno, anexo al Ministerio de Agricultura*. <http://spij.minjus.gob.pe/Textos-PDF/Leyes/1963/Julio/14552.pdf>
- Knafl, K., Breitmayer, B., Gallo, A., & Zoeller, L. (1996). Family response to childhood chronic illness: Description of management styles. *Journal of Pediatric Nursing*, 11(5), 315–326. [https://doi.org/10.1016/S0882-5963\(05\)80065-X](https://doi.org/10.1016/S0882-5963(05)80065-X)
- Lacerda, L., Conde, J., Alarcón, C., Álvarez, R., Bacon, P., D’Croz, L., & Vannucci, M. (1993). *Mangrove Ecosystem of Latin America and the Caribbean: A Summary. In Conservation and Sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions*. 42. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/https://clmeplus.org/app/uploads/2020/03/1993_Mangroves-of-LAC-region.pdf
- Lacerda, L., & Schaeffer-Novelli, Y. (1999). *Mangroves of Latin America: The Need for Conservation and Sustainable Utilization* (pp. 5–8).
- Lavieren, H. van. (2012). *Securing the future of mangroves policy brief*. United Nations University, Institute for Water, Environment and Health. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002192/219248e.pdf>
- Li, C., Zhu, B., Chen, H., Liu, Z., Cui, B., Wu, J., Li, B., Yu, H., & Peng, M. (2009). The Relationship between the *Skeletonema costatum* Red Tide and Environmental Factors in Hongsha Bay of Sanya, South China Sea. *Journal of Coastal Research*, 2009(253), 651–658. <https://doi.org/10.2112/07-0967.1>
- Liu, L., Zhou, J., Zheng, B., Cai, W., Lin, K., & Tang, J. (2013). Temporal and spatial distribution of red tide outbreaks in the Yangtze River Estuary and adjacent waters, China. *Marine Pollution Bulletin*, 72(1), 213–221. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.04.002>
- Luna Ortíz, J. (2017). *Cumplimiento de las obligaciones ambientales de las langostineras de Tumbes, 2017* [Maestro en Gestión Pública, Universidad Cesar Vallejo].

- https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/15306/Luna_OJ.pdf?sequence=1
- Marshall, B. G., Veiga, M. M., Kaplan, R. J., Miserendino, R. A., Schudel, G., Bergquist, B. A., Guimarães, J. R. D., Sobral, L. G. S., & Gonzalez-Mueller, C. (2018). Evidence of transboundary mercury and other pollutants in the Puyango-Tumbes River basin, Ecuador–Peru. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 20(4), 632–641. <https://doi.org/10.1039/C7EM00504K>
- Martínez Grimaldo, A. (2021). *Relaciones sociales de poder y desarrollo territorial en la creación de áreas naturales protegidas: Caso del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT)* [Doctoral, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ]. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18668/MARTINEZ_GRIMALDO_DE_TAKHASHI_ALEJANDRA_GRACIELA_RELACIONES_SOCIALES_DE_PODER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18668/MARTINEZ_GRIMALDO_DE_TAKHASHI_ALEJANDRA_GRACIELA_RELACIONES_SOCIALES_DE_PODER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Martinez-Alier, J. (2001). Conflictos ecológicos y valoración: Manglares versus camarones a fines de la década de 1990. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 19(5), 713–728. <https://doi.org/10.1068/c15s>
- Mialhe, F., Gunnell, Y., & Mering, C. (2013). The impacts of shrimp farming on land use, employment and migration in Tumbes, northern Peru. *Ocean & Coastal Management*, 73, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.12.014>
- MINAM. (2008). *Decreto Supremo N° 006-2008-MINAM del 14 de noviembre. Aprueban Reglamento de Organización y Funciones del Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado—SERNANP* (p. 2). Ministerio del Ambiente. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1894477/DS%20006-2008-MINAM.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1894477/DS%20006-2008-MINAM.pdf)
- MINAM. (2017). *Decreto Supremo que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias, D.S. N 004-2017-MINAM*.
- MINAM. (2018). *Decreto Supremo N° 010-2018-MINAM, Aprueban Límites Máximos Permisibles para Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto* (p. 3). Ministerio del Ambiente. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.pe](https://www.gob.pe)

- extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/202925/ds_10-2018-minam.pdf
- Ministerio de Agricultura. (1977, junio 21). *Decreto Supremo N° 310-77-AG del 21 de junio. Creación de la Reserva Nacional de Lachay*. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1718927-reserva-nacional-de-lachay>
- Ministerio de Agricultura. (1990). *Decreto Supremo N° 010-90-AG del 20 de marzo. Conforman el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado* (p. 3). Ministerio de Agricultura. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per11490.pdf
- Ministerio de Agricultura. (1992). *Decreto Ley N° 25902 del 27 de noviembre. Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura* (Núm. 25902). Ministerio de Agricultura. <https://leap.unep.org/countries/pe/national-legislation/decreto-ley-no-25902-ley-organica-del-ministerio-de-agricultura>
- Ministerio de Pesquería. (1970, agosto 14). *Decreto Ley N° 22642*. 1. <https://docs.peru.justia.com/federales/decretos-leyes/22642-aug-14-1979.pdf>
- Ministerio de Relaciones Exteriores. (2006). *Decreto Supremo N° 030-2006-RE, norma que ratifican “Acuerdo de Promoción Comercial Perú—Estados Unidos”* (p. 1). Ministerio de Relaciones Exteriores. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/En_Vigencia/EEUU/Documentos/docs/DS_030_2006_RE.pdf
- Mitra, A. (2013). *Sensitivity of Mangrove Ecosystem to Changing Climate*. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-81-322-1509-7>
- OEFA. (2013, febrero 13). *Resolución de Consejo Directivo N° 003-2013-OEFA/CD*. 11. <https://www.gob.pe/institucion/oefa/normas-legales/214365-003-2013-oefa-cd>
- Paerl, H. W., & Tucker, C. S. (1995). Ecology of Blue-Green Algae in Aquaculture Ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 26(2), 109–131. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1995.tb00235.x>
- Pinto, R. M., Costafreda, M. I., & Bosch, A. (2009). Risk Assessment in Shellfish-Borne Outbreaks of Hepatitis A. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(23), 7350–7355. <https://doi.org/10.1128/AEM.01177-09>

- Pluye, P., Bengoechea, E. G., & Granikov, D. L. T. y V. (2020). *La práctica de la integración en métodos mixtos*. <https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/evalsalud/chapter/integracion/>
- PNIPA. (2021). *Hoja de Ruta para el Cultivo de Peces Marinos en el Perú* (Aurore-Alexandra Castellacci, Paola Ferreyros, Fabricio Flores, Hans Gómez, Milthon Luján.). Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura. <https://repositorio.pnipa.gob.pe/handle/20.500.12864/310>
- Primavera, J. H. (1997). Socio-economic impacts of shrimp culture. *Aquaculture Research*, 28(10), 815–827. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1997.00946.x>
- PRODUCE. (2007a). *Resolución Ministerial N° 168-2007-PRODUCE, que aprueba la Guía para la presentación de reportes de monitoreo en acuicultura*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/2007/junio/rm168-2007-produce.pdf
- PRODUCE. (2007b, junio 15). *RM 168-2007-PRODUCE, Resolución Ministerial que Aprueban Guía para la Presentación de Reportes de Monitoreo en Acuicultura*. 3. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per72587.pdf>
- PRODUCE. (2010). *Decreto Supremo N° 001-2010-PRODUCE, aprueba el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura 2010—2021* (p. 35). Ministerio de la Producción. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.produce.gob.pe/documentos/acuicultura/pnda-resumen-sp.pdf
- PRODUCE. (2011, noviembre 7). *D.S. N° 019-2011-PRODUCE, Decreto Supremo que aprueba el Texto Único Ordenado del Reglamento de Inspecciones y Sanciones Pesqueras y Acuícolas—RISPAC*. 18. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/418689/Decreto_Supremo_N%C2%BA_019-2011-PRODUCE.pdf
- PRODUCE. (2012). *Resolución Ministerial N° 343-2012-PRODUCE, que modifica el Reglamento de Organización y Funciones*. Ministerio de la Producción. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-el-reglamento-de-la-ley-general-de-acuicultura-apr-decreto-supremo-n-003-2016-produce-1360384-1/>
- PRODUCE. (2014, noviembre 6). *D.S. N 009-2014-PRODUCE, Decreto Supremo que aprueba el reglamento de organización y funciones del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera*. 36.

- <http://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/ds009-2014-produce.pdf>
- PRODUCE. (2019a). *Decreto Supremo N° 012-2019-PRODUCE - Reglamento de Gestión Ambiental de los Susectores Pesca y Acuicultura*. 35.
- PRODUCE. (2019b, agosto 9). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Gestión Ambiental de los Susectores Pesca y Acuicultura, D.S. N° 012-2019-PRODUCE*. 35.
- PRODUCE. (2020). *Decreto Supremo N.° 002-2020-PRODUCE, norma que modifica el reglamento de la Ley General de Acuicultura, aprobado por el Decreto Supremo N.° 003-2016-PRODUCE*. 14. <https://www.gob.pe/institucion/produce/normas-legales/426032-002-2020-produce>
- PromPerú. (2022). *Desarrollo del Comercio Exterior Pesquero y Acuícola 2021* (p. 72). PromPerú. <https://recursos.exportemos.pe/Departamento-productos-pesqueros-Desarrollo-Pesquero-Acuicola-2021-informe-sectorial.pdf>
- Ramírez, J., Sandoval, N., & Vicente, K. (2018). *Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura—Fundamentos y propuesta 2017-2022* (Serie Estudios de Preinversión 3, p. 104). Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura. <https://repositorio.pnipa.gob.pe/handle/20.500.12864/211>
- Ramírez, P. D. M., Cebrelli, C. B., & Cisneros, K. B. (2016). *La acuicultura peruana, una mirada al 2025*. 21.
- Rivera Ferre, M. G. (2007, febrero 14). *Propuestas de la FAO para impulsar la acuicultura: ¿un modelo sostenible? – Ecología Política*. <https://www.ecologiapolitica.info/?p=6270>
- Ruiz, L. (2012). Estado de la acuicultura en el Perú. *AquaTIC*, 37, 99–106.
- Salem, M. E., & Mercer, D. E. (2012). The Economic Value of Mangroves: A Meta-Analysis. *Sustainability*, 4(3), 359–383. <https://doi.org/10.3390/su4030359>
- Sánchez Cevero, I. (2017, febrero 7). *El Guardaparque Peruano “Un héroe de Papel”*. https://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2016/PueblosAndinosEcologia/files/ppt_problem%C3%A1tica_de_guardaparques_07.02.17.pdf
- Sandra, V. (2009, mayo 30). *Ecuador: Los conflictos contra la cría de camarones contribuyen a la emancipación de las mujeres*. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. <https://wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin-wrm/seccion1/ecuador-los-conflictos-contra-la-cria-de-camarones-contribuyen-a-la-emancipacion-de-las-mujeres/>

- SANIPES. (2016, junio 23). *R.D.E. N 057-2016-SANIPES-DE. Resolución de Dirección Ejecutiva que aprueba el manual de indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación*. 76. http://www.sanipes.gob.pe/normativas/15_R_DE_N_057_2016_A1.pdf
- SANIPES. (2022, enero 6). *R.P.E. N 001-2022-SANIPES/PE, Resolución de Presidencia Ejecutiva que aprueba el documento denominada “procedimiento técnico para el control oficial de sustancias contaminantes y/o residuales, en la acuicultura de peces y crustáceo”*. 3. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-documento-denominado-procedimiento-tecnico-para-el-resolucion-n-001-2022-sanipespe-2029028-1/>
- Saunders, B., Sim, J., Kingstone, T., Baker, S., Waterfield, J., Bartlam, B., Burroughs, H., & Jinks, C. (2018). Saturation in qualitative research: Exploring its conceptualization and operationalization. *Quality & Quantity*, 52(4), 1893–1907. <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0574-8>
- SERNANP. (s/f). *Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado*. Recuperado el 2 de junio de 2022, de <https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/contenido.jsp?ID=9>
- SERNANP. (2014). *Proceso de planificación en las ANP*. <https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/documentos/presentaciones/DDE/Planificacion%20en%20ANP.pdf>
- Solano, P. (2009). *Marcos Regulatorios Nacionales de Areas Protegidas: Perú*. 81, 55. https://www.iucn.org/downloads/peru_es.pdf
- Spalding, M., Kainuma, M., Collins, L., Blasco-Takali, F., & Blasco, F. (2011). *Atlas mundial de los manglares*. International Society for Mangrove Ecosystems (ISME).
- Stokstad. (2010, junio 18). Down on the Shrimp Farm. *AAAS*, 328, 1504–1505. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.328.5985.1504>
- Stonich, S. C. (1995). The environmental quality and social justice implications of shrimp mariculture development in Honduras. *Human Ecology*, 23(2), 143–168. <https://doi.org/10.1007/BF01191647>
- Tabla de mareas 2023 de Zorritos, Tumbes para la pesca*. (s/f). Recuperado el 20 de abril de 2023, de <https://tablademareas.com/pe/tumbes/zorritos>
- Takahashi, K., & Martínez, A. (2015). *Impacto de la Variabilidad y Cambio Climático en el Ecosistema de Manglares de Tumbes, Perú* (p. 90) [Informe Técnico Final

- del Proyecto: Impacto de la Variabilidad y Cambio Climático en el Ecosistema de Manglares de Tumbes, Perú]. Instituto Geofísico del Perú. <http://www.met.igp.gob.pe/proyectos/manglares/InformeFinalManglaresIGP.pdf>
- Timetoast timelines. (2022). *Historia de la Acuicultura*. Timetoast timelines. <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-acuicultura-534f07b9-8fae-44fe-a659-9e594f5096dd>
- Valderrama, D., Hishamunda, N., & Zhou, X. (2010). *Estimating Employment in World Aquaculture*. 2.
- Valiela, I., Bowen, J. L., & York, J. K. (2001). Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments. *BioScience*, 51(10), 807. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0807:MFOOTW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2)
- Ward, R. D., Friess, D. A., Day, R. H., & MacKenzie, R. A. (2016). Impacts of climate change on mangrove ecosystems: A region by region overview. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(4), 25. <https://doi.org/10.1002/ehs2.1211>
- Wurmann, C. G., Madrid, R. M., & Brugger, A. M. (2004). Shrimp farming in Latin America: Current status, opportunities, challenges and strategies for sustainable development. *Aquaculture Economics & Management: Official Journal of the International Association of Aquaculture Economics and Management*. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Shrimp+farming+in+Latin+America%3A+current+status%2C+opportunities%2C+challenges+and+strategies+for+sustainable+development&author=Wurmann%2C+C.G.&publication_year=2004
- Zavalaga, C. (2015). *Inicio y cierre campañas de extracción de guano*. 126. https://www.researchgate.net/publication/305720207_INDICES_PARA_EL_INICIO_Y_CIERRE_DE_LAS_CAMPANAS_DE_EXTRACCION_DE_GUANO_EN_LA_RNSIIPG
- Zhao, Y., Yu, Z., Song, X., & Cao, X. (2009). Biochemical compositions of two dominant bloom-forming species isolated from the Yangtze River Estuary in response to different nutrient conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 368(1), 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.09.023>

Anexos



Anexo 1. Formulario de consentimiento informado para participar en la investigación “La Contaminación de Ambientes Frágiles: El Caso de la Industria Langostinera en la Zona de Amortiguamiento del Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Perú”

Formulario de consentimiento informado para participar en la investigación “La Contaminación de Ambientes Frágiles: El Caso de la Industria Langostinera en la Zona de Amortiguamiento del Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Perú”
Pontificia Universidad Católica del Perú

Investigador: Rodolfo Gianmarco Vargas Collantes, estudiante de posgrado, departamento de Posgrado. Asesorado de Nadia Gamboa Fuentes.

Título del estudio: La Contaminación de Ambientes Frágiles: El Caso de la Industria Langostinera en la Zona de Amortiguamiento del Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Perú

Sobre el Proyecto: Yo, Rodolfo Gianmarco Vargas Collantes soy estudiante de posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Estoy elaborando mi tesis de maestría que analiza La Contaminación de Ambientes Frágiles: El Caso de la Industria Langostinera en la Zona de Amortiguamiento del Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Perú.

Como parte de mi estudio, estaré realizando entrevistas a funcionarios. Con estas entrevistas espero conocer mejor las percepciones sobre los efectos de las políticas públicas vigentes de la acuicultura en los recursos hídricos, en la sociedad, y en la economía. Mi asesor académico en este proyecto es la profesora Nadia Gamboa Fuentes, del departamento de Ciencias – Sección Química, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Planeo utilizar los resultados de este estudio en mi tesis, escribir y publicar para audiencias académicas y no académicas.

Procedimiento: Si acepta participar en este estudio, le pediré reunirnos 1 o 2 veces para conversaciones que durarán aproximadamente 45 minutos. Durante estas entrevistas me gustaría conversar sobre las obligaciones ambientales respecto a los vertimientos de los centros de producción acuícola, herramientas de gestión ambiental que aplica en la acuicultura, como funcionan estas herramientas de gestión ambiental, posible alteración de los recursos hídricos, percepción sobre la superposición de IGAS frente a otras, limitaciones y mejoras. Usted es libre de no responder las preguntas con las que no esté cómodo y decidirá si desea conversar sobre temas confidenciales o delicados. Con su permiso quisiera tomar notas de nuestras conversaciones y grabar en video (plataforma zoom) de las entrevistas para poder transcribirlas y analizarlas posteriormente. Solicitaré su permiso para la autorización de la grabación de la entrevista.

Beneficios: Usted no se beneficiará directa o inmediatamente de esta investigación; sin embargo, espero que su participación ayude a comprender mejor las experiencias y visión local y nacional de la acuicultura, gestión hídrica y ambiente.

Riesgos potenciales: Creemos que no existen riesgos asociados a esta investigación; sin embargo, es posible que se sienta incómodo/a con alguna de las preguntas, o con las grabaciones de audio o video. Usted tiene el derecho a rechazar responder preguntas o finalizar el estudio en cualquier momento; similarmente a rechazar las grabaciones de video.

Confidencialidad: Haré todos mis esfuerzos por proteger su privacidad. El registro de la información que protegeré si usted decide participar en el estudio será/podrá ser: a) grabaciones en audio y/o video de las entrevistas. Los siguientes procedimientos serán seguidos para proteger la confidencialidad de la información que usted comparta: Guardaré sus grabaciones, incluyendo los códigos para acceder a sus datos, en un lugar seguro (una carpeta de acceso bloqueado). Las grabaciones serán codificadas. La matriz que una códigos y nombres se mantendrá en un lugar seguro y separada de las grabaciones.

La contraseña, audios, fotografías y videos serán destruidas en un lapso de 6 meses de concluido el estudio. Todos los archivos electrónicos (grabaciones de voz, videos de entrevistas y/o fotografías de la entrevista, notas, transcripciones u otras bases de datos u hojas de análisis) que contengan información identificable serán guardadas y protegidas bajo contraseña en BOX, un sistema de almacenamiento seguro de información de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Cualquier computadora que guarde dichos archivos también tendrá contraseña para prevenir el acceso de usuarios no autorizados. Solo los miembros del equipo de investigación tendrán acceso a las claves. Al terminar el estudio, podré publicar artículos con los hallazgos. A menos que usted solicite lo contrario, presentaré la información de forma resumida y no incluiré datos que permitan identificarlo en las publicaciones o presentaciones. Si usted desea recibir una copia de las grabaciones o revisar las transcripciones, por favor, hágame saber. Solicitaré su permiso sobre esto al terminar el formulario.

Derechos: Su participación en este estudio es voluntaria. Usted decidirá autónomamente si desea o no participar en el estudio. Usted no será tratado diferente si desea no participar. Como participante voluntario/a en este proyecto, usted tiene el derecho de retirar su consentimiento en cualquier momento sin que existan consecuencias.

Información de contacto: Si usted tiene otras preguntas o si desea contactarme posteriormente, puede escribirme al correo electrónico: r.vargasc@pucp.edu.pe / rodo.vargas@gmail.com o a través del departamento de posgrado. Si usted tiene quejas o reclamos sobre mi trabajo, puede escribir a mi asesor, la profesora Nadia Gamboa Fuentes al ngamboa@pucp.pe o a la Oficina del Departamento de Ciencias - Sección Química de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Por favor, responda las siguientes preguntas y firme el formulario del consentimiento informado si decide participar en el estudio:

1. ¿Comprende usted que la participación en este estudio es voluntaria y que usted puede decidir participar o no, o dejar de participar en cualquier momento y sin dar explicaciones? _____ (Sí/No)
2. ¿Comprende usted que puede escoger no responder preguntas específicas sin tener que dar explicaciones? _____ (Sí/No)
3. ¿Es usted consciente que los datos recogidos en este estudio son confidenciales en relación a su identidad? _____ (Sí/No)
4. ¿Desea usted ser vuelto a contactar para futuros proyectos? _____ (Sí/No)
5. ¿Acepta usted ser grabado en audio durante la entrevista? _____ (Sí/No)

Anexo 2. Cadena de custodia del muestreo de fitoplancton.

| | | |
|---|--|--|
| CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA | | L: 6.086.142 R: 2329-04-13 |
| Datos del cliente ALAB S.A. | | Orden de servicio: 2021-4986 Pág. 1 de 2 |
| Razón Social: Persona de contacto: Rodrigo Vargas Nombre del proyecto: Teix | | Plan de Muestreo: Informe de ensayo: SE-21-12756 / CC-21-12686 |
| Correo / Teléfono: rodrigo.vargas@guat.com / 964 207 500 | | Procedencia o lugar de muestreo: |

| Punto de muestreo / Estación | Código de laboratorio | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | UBICACIÓN | | Nº Frascos | | Preservante | Lugar | PARAMETRO IN SITU | | | | OBSERVACIONES |
|------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------|-----------|------------------------|------------|---|-------------|-----------|-------------------|-------------------|----------|-----------|---------------|
| | | Muestreo | Grupo | Sub-grupo | Coordenadas (UTM) | V | P | | | Tª Miza (°C) | pH (Unidad de pH) | CE (µcm) | OD (mg/L) | |
| F-02 | 44810 | F: 02/10/21 H: 7:36 | KS | Salobre | N: 576368 E: 576368 | - | 1 | | Canchales | 7.35 | 49.98 | 32.72 | 0 | |
| F-04 | 44811 | F: 02/10/21 H: 8:10 | KS | Salobre | N: 462344 E: 577197 | - | 1 | | Canchales | 7.92 | 47.97 | 31.22 | 0.34 | |
| F-06 | 44812 | F: 02/10/21 H: 8:32 | KS | Salobre | N: 462130 E: 578166 | - | 1 | | Canchales | 7.74 | 48.52 | 31.68 | 0.47 | |
| F-08 | 44813 | F: 02/10/21 H: 10:50 | KS | Salobre | N: 461942 E: 577858 | - | 1 | | Canchales | 7.55 | 47.13 | 30.62 | 0 | |
| F-09 | 44814 | F: 02/10/21 H: 8:43 | KS | Salobre | N: 462876 E: 577832 | - | 1 | | Canchales | 7.68 | 47.65 | 31.24 | 0.34 | |
| F-11 | 44815 | F: 02/10/21 H: 10:34 | KS | Salobre | N: 578867 E: 461606 | - | 1 | | Canchales | 7.55 | 48.60 | 30.62 | 0.14 | |
| F-12 | 44816 | F: 02/10/21 H: 10:24 | KS | Salobre | N: 461805 E: 580463 | - | 1 | | Canchales | 7.57 | 48.54 | 32.38 | 0.38 | |
| F-13 | 44817 | F: 02/10/21 H: 10:14 | KS | Salobre | N: 461940 E: 582284 | - | 1 | | Canchales | 7.51 | 49.48 | 32.71 | 0.23 | |

| | | |
|---|--|--|
| Descripción de equipos utilizados: Código interno del equipo: _____ Nombre de equipo: _____ 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ | | Leyenda: F: Fecha V: Viento Tª Miza: Temperatura de Muestra H: Hora P: Plástico Tª Amb: Temperatura ambiente |
| Muestreado por: Our Sandoval Nombre: Rodrigo Vargas Fecha: 02/10/21 Firma: <i>[Firma]</i> | | Clasificación de la Matriz Agua, Ref: RFP 214.842 CE: Cloro Libre (mg/L) SS: Sólidos AN: Agua Natural SPT: SPT (Muestra + Termil) AR: Agua Residual DOM: DOM (Muestra + Termil) AS: Agua Salada P: P (Muestra + Termil) AP: Agua de Pozo C: Cloro Total (mg/L) |

Muestreado por: MAB Cliente

INFORME

Anexo 3. Informes de ensayos acreditados de los resultados del muestreo de fitoplancton.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

I.- DATOS DEL SERVICIO

| | |
|--------------------------------|--|
| 1.-RAZON SOCIAL | : GIANMARCO VARGAS COLLANTES |
| 2.-DIRECCIÓN | : AH SAN MARTÍN A - 15, SANTA MARÍA, HUAURA, LIMA |
| 3.-PROYECTO | : TESIS |
| 4.-PROCEDENCIA | : SANTUARIO NACIONAL LOS MANGLARES DE TUMBES, TUMBES |
| 5.-SOLICITANTE | : GIANMARCO VARGAS COLLANTES |
| 6.-ORDEN DE SERVICIO N° | : 0000004986-2021-0000 |
| 7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO | : NO APLICA |
| 8.-MUESTREO POR | : EL CLIENTE |
| 9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME | : 2021-10-18 |

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

| | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1.-PRODUCTO | : AGUA |
| 2.-NÚMERO DE MUESTRAS | : 11 |
| 3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : 2021-10-07 |
| 4.-PERÍODO DE ENSAYO | : 2021-10-07 al 2021-10-18 |

Marco Valencia Huerta
Ingeniero Químico
N° CIP 152207



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

III.-METODOS Y REFERENCIAS

| TIPO DE ENSAYO | NORMA DE REFERENCIA | TÍTULO |
|--|--|---|
| Fitoplancton Cuantitativo ⁽¹⁾ | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 F, items: F.2.a, F.2.c.1, 23 rd Ed. 2017 | Plankton. Phytoplankton Counting Techniques |

⁽¹⁾SMEWW^{*} : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

IV. RESULTADOS

| FITOPLANCTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 1 | 2 | 3 |
|--|---------------------|--------------------|-----------------------|---|-------------------|------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44810 | M-21-44811 | M-21-44812 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-04 | F-02 | F-06 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0577397 | E: 0578368 | E: 0578166 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9623444 | N: 9623444 | N: 9624304 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 08:18 | 07:56 | 08:30 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel./ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Cylindrotheca closterium</i> | 17 | 18 | 16 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | Grupo <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> | 27 | 108 | 55 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | Grupo <i>Pseudo-nitzschia seriata</i> | < 1 | 148 | 30 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia reversa</i> | 7 | 1 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Synedra</i> sp. | < 1 | < 1 | 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp. | 18 | 17 | 5 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Trachyneis</i> sp. | 4 | 1 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Rhaphoneidales | Asterionellopsidaceae | <i>Asterionellopsis glacialis</i> | 6 | 13 | 10 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Thalassionematales | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema frauenfeldii</i> | < 1 | 24 | 36 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Thalassionematales | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema nitzschiioides</i> | 5 | 171 | 102 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | <i>Rhizosolenia setigera</i> | 3 | 10 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | <i>Rhizosolenia</i> sp. | < 1 | 27 | 47 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Stephanopyxales | Stephanopyxidaceae | <i>Stephanopyxis turris</i> | < 1 | < 1 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Biddulphiales | Biddulphiaceae | <i>Biddulphia</i> sp. | < 1 | < 1 | 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Biddulphiales | Biddulphiaceae | <i>Eucampia zoodiacus</i> | < 1 | 7 | 5 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Bacteriastrium delicatulum</i> | < 1 | 96 | 26 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

IV. RESULTADOS

| FITOPLANKTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 1 | 2 | 3 |
|--|--------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44810 | M-21-44811 | M-21-44812 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-04 | F-02 | F-06 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0577397 | E: 0576368 | E: 0578166 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9623444 | N: 9623444 | N: 9624304 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 08:18 | 07:56 | 08:30 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel./ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Bacteriastrum hyalinum</i> | < 1 | 17 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Bacteriastrum</i> sp. | 60 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros costatus</i> | 13 | 14 | 13 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros curvisetus</i> | 14 | 284 | 180 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros decipiens</i> | < 1 | 6 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros didymus</i> | < 1 | < 1 | 7 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros lorentzianus</i> | 9 | 24 | 67 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros socialis</i> | < 1 | 135 | 96 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros</i> sp. | < 1 | 27 | 51 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Leptocylindraceae | <i>Leptocylindrus danicus</i> | 19 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Leptocylindraceae | <i>Leptocylindrus</i> sp. | < 1 | 31 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Eupodiscales | Odontellaceae | <i>Odontella sinensis</i> | < 1 | 5 | 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Lithodermiales | Lithodermiaceae | <i>Ditylum brightwellii</i> | < 1 | 2 | 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Lauderiaceae | <i>Lauderia</i> sp. | < 1 | 24 | 4 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Skeletonemataceae | <i>Skeletonema costatum</i> | 185 | 1861 | 938 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Detonula pumila</i> | < 1 | 46 | 22 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira gravida</i> | < 1 | 13 | 3 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira subalis</i> | < 1 | 118 | 33 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira</i> sp. | 11 | 14 | 12 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANKTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 1 | 2 | 3 |
|--|----------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44810 | M-21-44811 | M-21-44812 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-04 | F-02 | F-06 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0577397 | E: 0576368 | E: 0578166 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9623444 | N: 9623444 | N: 9624304 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 08:18 | 07:56 | 08:30 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel/ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| CYANOBACTERIA | Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> sp. | < 1 | < 1 | 75 |
| CYANOBACTERIA | Cyanophyceae | Synechococcales | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena</i> sp. | < 1 | < 1 | 138 |
| EUGLENOZOA | Euglenophyceae | Eutreptiales | Eutreptiaceae | <i>Eutreptiella</i> sp. | < 1 | 1 | < 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Gonyaulacales | Ceratitaceae | <i>Scorpiella trochoidea</i> | < 1 | 2 | < 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Gonyaulacales | Gonyaulacaceae | <i>Gonyaulax</i> sp. | 30 | < 1 | < 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Peridinales | Protoperidiniaceae | <i>Protoperidinium pellucidum</i> | 2 | < 1 | < 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Prorocentrales | Prorocentraceae | <i>Prorocentrum gracile</i> | 2 | < 1 | < 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Prorocentrales | Prorocentraceae | <i>Prorocentrum minimum</i> | 1 | 0 | < 1 |
| ABUNDANCIA | | | | | 433 | 3265 | 1982 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANKTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 4 | 5 | 6 |
|--|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------|------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44813 | M-21-44814 | M-21-44815 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-08 | F-04 | F-11 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0577858 | E:0571832 | E: 0578897 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9619742 | N:9621076 | N: 9619606 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 10:50 | 08:43 | 10:39 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel./ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Cylindrotheca closterium</i> | 2595 | 51 | 846 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | Grupo Pseudo-nitzschia delicatissima | < 1 | 25 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | Grupo Pseudo-nitzschia seriata | < 1 | 55 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia longissima</i> | 1 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia reversa</i> | 8 | < 1 | 3 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> sp. | 4 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Cymbellales | Cymbellaceae | <i>Cymbella</i> sp. | 1 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Amphipleuraceae | <i>Frustulia</i> sp. | 2 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp. | 110 | 8 | 12 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia</i> sp. | 2 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Pleurosigmales | <i>Pleurosigma</i> sp. | 28 | < 1 | 5 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Rhaphoneidales | Asterionellopsidaceae | <i>Asterionellopsis glacialis</i> | < 1 | 9 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Surirellales | Entomoneidaceae | <i>Entomoneis aiata</i> | 47 | < 1 | 11 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Thalassionematales | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema frauenfeldii</i> | < 1 | 31 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Thalassionematales | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema nitzschoides</i> | < 1 | 61 | 13 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Coscinodisciales | Coscinodiscaceae | <i>Coscinodiscus centralis</i> | < 1 | < 1 | 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Coscinodisciales | Coscinodiscaceae | <i>Coscinodiscus radiatus</i> | < 1 | 2 | < 1 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANCTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 4 | 5 | 6 |
|--|---------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44813 | M-21-44814 | M-21-44815 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-08 | F-04 | F-11 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0577858 | E:0571832 | E: 0578897 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9619742 | N:9621076 | N: 9619606 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 10:50 | 08:43 | 10:39 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel./ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | <i>Dactylosolea fragilissimus</i> | < 1 | 16 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | <i>Rhizosolenia setigera</i> | < 1 | 5 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Biddulphiiales | Biddulphiaceae | <i>Biddulphia</i> sp. | < 1 | 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Bacteriastrium delicatulum</i> | < 1 | 127 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Bacteriastrium hyalinum</i> | < 1 | 31 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros curvisetus</i> | < 1 | 139 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros lorenzianus</i> | < 1 | 32 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros socialis</i> | < 1 | 82 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros</i> sp. | 17 | 119 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Leptocylindraceae | <i>Leptocylindrus</i> sp. | < 1 | 22 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Eupodiscales | Odontellaceae | <i>Odontella sinensis</i> | < 1 | 6 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Lithodesmiales | Lithodesmiaceae | <i>Ditylum brightwellii</i> | < 1 | 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Skeletonemataceae | <i>Skeletonema costatum</i> | 45 | 826 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Detonula pumila</i> | < 1 | 13 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira subalis</i> | < 1 | 32 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira</i> sp. | 60 | 26 | 53 |
| CYANOBACTERIA | Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> sp. | < 1 | 19 | < 1 |
| CYANOBACTERIA | Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | Oscillatoriaceae ND | 282 | < 1 | < 1 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANCTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 4 | 5 | 6 |
|--|----------------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44813 | M-21-44814 | M-21-44815 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-08 | F-04 | F-11 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0577858 | E:0571832 | E: 0578897 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9619742 | N:9621076 | N: 9619606 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO SAPLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 10:50 | 08:43 | 10:39 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel./ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| CYANOBACTERIA | Cyanophyceae | Synechococcales | Pseudanabaenaceae | Pseudanabaena sp. | 26 | 76 | 643 |
| EUGLENOZOA | Euglenophyceae | Eutreptiales | Eutreptiaceae | Eutreptiaceae ND | 16 | <1 | 6 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Dinophysiales | Oxyphysaceae | Oxyphysis oryxooides | 3 | <1 | 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Gonyaulacales | Ceraticeae | Scorpiosella trochoidea | <1 | <1 | 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Peridinales | Peridiniaceae | Diplopelta asymmetrica | <1 | <1 | 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Prorocentrales | Prorocentraceae | Prorocentrum minimum | <1 | 1 | <1 |
| ABUNDANCIA | | | | | 3247 | 1816 | 1596 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANKTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 7 | 8 | 9 |
|--|-------------------|--------------------|-----------------------|---|-------------------|------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44816 | M-21-44817 | M-21-44818 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-12 | F-13 | F-14 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0580463 | E: 0582284 | E: 0582757 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9619405 | N: 9619340 | N: 9619283 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 10:29 | 10:14 | 09:40 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel./ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Cylindroteca closterium</i> | 34 | 38 | 22 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | Grupo <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> | < 1 | < 1 | 5 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | Grupo <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> | 18 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | Grupo <i>Pseudo-nitzschia seriata</i> | < 1 | < 1 | 10 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia longissima</i> | 2 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia reversa</i> | < 1 | < 1 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia sigmaidea</i> | < 1 | 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> sp. | 7 | 2 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Licnophorales | Ulnariaceae | <i>Ulnaria</i> sp. | 1 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp. | 8 | 31 | 34 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Trachyneis</i> sp. | 1 | 1 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Pleurosigmales | <i>Pleurosigma</i> sp. | 2 | 2 | 4 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Rhaphoneidales | Asterionellopsidaceae | <i>Asterionellopsis glacialis</i> | 4 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Suiretales | Entomoneidaceae | <i>Entomoneis alata</i> | 1 | 1 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Thalassionematales | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema frauenfeldii</i> | 32 | 8 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Thalassionematales | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema nitzschoides</i> | 20 | 4 | < 1 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANKTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 7 | 8 | 9 |
|--|---------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44816 | M-21-44817 | M-21-44818 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-12 | F-13 | F-14 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0580463 | E: 0582284 | E: 0582757 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9619405 | N: 9619340 | N: 9619283 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RIO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 10:29 | 10:14 | 09:40 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel./ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | Dactylosolen fragilisimus | 25 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | Rhizosolenia setigera | 3 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Biddulphiiales | Biddulphiaceae | Biddulphia alternans | < 1 | 4 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Biddulphiiales | Biddulphiaceae | Eucampia zoodiacus | 4 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | Bacteriastrium delicatulum | 15 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | Chaetoceros curvisetus | 204 | 76 | 40 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | Chaetoceros korenzianus | 15 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | Chaetoceros socialis | 204 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | Chaetoceros sp. | 88 | 48 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Leptocylindraceae | Leptocylindrus sp. | 8 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Eupodiscales | Odontellaaceae | Odontella sinensis | 3 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Eupodiscales | Odontellaaceae | Odontella sp. | < 1 | < 1 | 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Lithodesmiales | Lithodesmiaceae | Ditylum brightwellii | 1 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Skeletonemataceae | Skeletonema costatum | 737 | 166 | 36 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | Detonula pumila | 16 | < 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | Thalassiosira subtilis | < 1 | < 1 | 10 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | Thalassiosira sp. | 76 | 56 | 17 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANCTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 7 | 8 | 9 |
|--|----------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44816 | M-21-44817 | M-21-44818 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-12 | F-13 | F-14 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0580463 | E: 0582284 | E: 0582757 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9619405 | N: 9619340 | N: 9619283 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 10:29 | 10:14 | 09:40 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel./ml | | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | | |
| CYANOBACTERIA | Cyanophyceae | Synechococcales | Pseudanabaenaceae | Pseudanabaena sp. | 792 | 908 | 770 |
| EUGLENOZOA | Euglenophyceae | Eutreptiales | Eutreptiaceae ND | | < 1 | 9 | < 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Dinophysiales | Oxyphysaceae | Oxyphysis oxytoxoides | < 1 | 2 | 3 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Gonyaulacales | Ceratitaceae | Scrippsiella trochoidea | < 1 | < 1 | 3 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Gonyaulacales | Gonyaulacaceae | Gonyaulax sp. | < 1 | 6 | 7 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Peridinales | Protoperidiniaceae | Protoperidinium pelucidum | < 1 | < 1 | 1 |
| MIOZOA | Dinophyceae | Peridinales | Protoperidiniaceae | Protoperidinium sp. | < 1 | 3 | < 1 |
| ABUNDANCIA | | | | | 2321 | 1366 | 971 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANKTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 10 | 11 |
|--|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44819 | M-21-44820 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-15 | F-16 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0583580 | E: 0585248 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9619785 | N: 9619849 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 09:15 | 09:06 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel/ml | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Cylindrostea closterium</i> | 6 | 4 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | Grupo <i>Pseudo-nitzschia seriata</i> | < 1 | 6 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> sp. | < 1 | 12 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp. | 8 | 11 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Naviculales | Pleurosigmales | <i>Pleurosigma</i> sp. | < 1 | 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Bacillariophyceae | Thalassionematales | Thalassionemataceae | <i>Thalassionema nitzschioides</i> | 8 | 23 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira</i> sp. | < 1 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | <i>Rhizosolenia setigera</i> | 1 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Coscinodiscophyceae | Rhizosoleniales | Rhizosoleniaceae | <i>Rhizosolenia</i> sp. | 7 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros curviretus</i> | 42 | 137 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros lorentzianus</i> | 10 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros socialis</i> | 5 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Chaetocerotales | Chaetocerotaceae | <i>Chaetoceros</i> sp. | < 1 | 30 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Eupodiscales | Odontellaceae | <i>Odontella sinensis</i> | < 1 | 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Eupodiscales | Parodontellaceae | <i>Theres mobilensis</i> | < 1 | 2 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Skeletonemataceae | <i>Skeletonema costatum</i> | 82 | 178 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira gravida</i> | < 1 | 3 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-12756

| FITOPLANCTON CUANTITATIVO ⁽¹⁾ | | | | | 10 | 11 |
|--|----------------|------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO: | | | | | M-21-44819 | M-21-44820 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE: | | | | | F-15 | F-16 |
| COORDENADAS: | | | | | E: 0583580 | E: 0585248 |
| UTM WGS 84: | | | | | N: 9619785 | N: 9619849 |
| PRODUCTO: | | | | | AGUA NATURAL | |
| SUB PRODUCTO: | | | | | SUPERFICIAL (RÍO) | |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO: | | | | | NO APLICA | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | | | 2021-10-02 | 2021-10-02 |
| HORA: | | | | | 09:15 | 09:06 |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO: | | | | | 1 Cel/ml | |
| PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾ | Densidad | |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira subtilis</i> | 5 | < 1 |
| BACILLARIOPHYTA | Mediophyceae | Thalassiosirales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira</i> sp. | 9 | 31 |
| CYANOBACTERIA | Cyanophyceae | Synechococcales | Pseudanabaenaceae | <i>Pseudanabaena</i> sp. | 728 | < 1 |
| EUGLENOZOA | Euglenophyceae | Eutreptiales | Eutreptiaceae | <i>Eutreptia</i> sp. | < 1 | 2 |
| EUGLENOZOA | Euglenophyceae | Eutreptiales | Eutreptiaceae ND | | 3 | < 1 |
| MICROZOA | Dinophyceae | Peridinales | Protoperidiniaceae | <i>Protoperidinium pellucidum</i> | < 1 | 1 |
| ABUNDANCIA | | | | | 914 | 444 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(1) <https://www.algaebase.org/>

ND: No determinado

< 1: Menor al Límite de Cuantificación del método.

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"



Anexo 4. Resultados de la prueba Chi Cuadrado de la pregunta 1.

Tablas cruzadas

| Notas | | 16-JUL-2022 17:50:22 |
|-----------------------------|--|--|
| Salida creada | | |
| Comentarios | | |
| Entrada | Conjunto de datos activo | ConjuntoDatos0 |
| | Filtro | <ninguno> |
| | Ponderación | <ninguno> |
| | Segmentar archivo | <ninguno> |
| | N de filas en el archivo de datos de trabajo | 11 |
| Gestión de valores perdidos | Definición de perdidos | Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos. |
| | Casos utilizados | Las estadísticas para cada tabla se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables en cada tabla. |
| Sintaxis | | CROSSTABS /TABLES=Enfoque BY Afirmativa /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=CHISQ /CELLS=COUNT COLUMN /COUNT ROUND CELL /BARCHART. |
| Recursos | Tiempo de procesador | 00:00:00.21 |
| | Tiempo transcurrido | 00:00:00.00 |
| | Dimensiones solicitadas | 2 |
| | Casillas disponibles | 524245 |

Resumen de procesamiento de casos

| | Válido | | Casos Perdido | | Total | |
|----------------------|--------|------------|---------------|------------|-------|------------|
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| Enfoque * Afirmativa | 11 | 100,0% | 0 | 0,0% | 11 | 100,0% |

Tabla cruzada Enfoque*Afirmativa

| Enfoque | | Recuento | Afirmativa | | Total |
|--|------------------------|----------|------------------|------------------|--------|
| | | | Si es consuntivo | No es consuntivo | |
| Afecta en la calidad y cantidad del agua | Recuento | | 6 | 0 | 6 |
| | % dentro de Afirmativa | | 66,7% | 0,0% | 54,5% |
| No afecta en la cantidad del agua, pero si en la calidad | Recuento | | 2 | 0 | 2 |
| | % dentro de Afirmativa | | 22,2% | 0,0% | 18,2% |
| No afecta en la calidad y cantidad del agua | Recuento | | 1 | 2 | 3 |
| | % dentro de Afirmativa | | 11,1% | 100,0% | 27,3% |
| Total | Recuento | | 9 | 2 | 11 |
| | % dentro de Afirmativa | | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | df | Significación asintótica (bilateral) |
|------------------------------|--------------------|----|--------------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 6,519 ^a | 2 | ,038 |
| Razón de verosimilitud | 6,612 | 2 | ,037 |
| Asociación lineal por lineal | 4,840 | 1 | ,028 |
| N de casos válidos | 11 | | |

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,36.

Anexo 5. Resultados de la prueba Chi Cuadrado de la pregunta 2.

Tablas cruzadas

| Notas | | 16-JUL-2022 18:18:51 |
|-----------------------------|--|--|
| Salida creada | | |
| Comentarios | | |
| Entrada | Conjunto de datos activo | ConjuntoDatos0 |
| | Filtro | <ninguno> |
| | Ponderación | <ninguno> |
| | Segmentar archivo | <ninguno> |
| | N de filas en el archivo de datos de trabajo | 11 |
| Gestión de valores perdidos | Definición de perdidos | Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos. |
| | Casos utilizados | Las estadísticas para cada tabla se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables en cada tabla. |
| Sintaxis | | CROSSTABS /TABLES=Enfoque BY Afirmativa /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=CHISQ /CELLS=COUNT COLUMN /COUNT ROUND CELL /BARCHART. |
| Recursos | Tiempo de procesador | 00:00:00.15 |
| | Tiempo transcurrido | 00:00:00.00 |
| | Dimensiones solicitadas | 2 |
| | Casillas disponibles | 524245 |

Resumen de procesamiento de casos

| | Válido | | Casos Perdido | | Total | |
|----------------------|--------|------------|---------------|------------|-------|------------|
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| Enfoque * Afirmativa | 11 | 100,0% | 0 | 0,0% | 11 | 100,0% |

Tabla cruzada Enfoque*Afirmativa

| Enfoque | | Recuento | Afirmativa | | Total |
|--|------------------------|----------|------------|--------|-------|
| | | | Si | No | |
| Deberían contar con <u>mas</u> obligaciones ambientales | Recuento | 5 | 0 | 5 | |
| | % dentro de Afirmativa | 100,0% | 0,0% | 45,5% | |
| No deberían contar con <u>mas</u> obligaciones ambientales | Recuento | 0 | 2 | 2 | |
| | % dentro de Afirmativa | 0,0% | 33,3% | 18,2% | |
| No, pero se debe de definir y especificar mejor las obligaciones ambientales según sea la realidad | Recuento | 0 | 4 | 4 | |
| | % dentro de Afirmativa | 0,0% | 66,7% | 36,4% | |
| Total | Recuento | 5 | 6 | 11 | |
| | % dentro de Afirmativa | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | df | Significación asintótica (bilateral) |
|------------------------------|---------------------|----|--------------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 11,000 ^a | 2 | ,004 |
| Razón de verosimilitud | 15,158 | 2 | ,001 |
| Asociación lineal por lineal | 8,503 | 1 | ,004 |
| N de casos válidos | 11 | | |

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,91.

Anexo 6. Resultados de la prueba Chi Cuadrado de la pregunta 3.

Tablas cruzadas

| Notas | | 16-JUL-2022 18:44:30 |
|-----------------------------|--|--|
| Salida creada | | |
| Comentarios | | |
| Entrada | Conjunto de datos activo | ConjuntoDatos0 |
| | Filtro | <ninguno> |
| | Ponderación | <ninguno> |
| | Segmentar archivo | <ninguno> |
| | N de filas en el archivo de datos de trabajo | 11 |
| Gestión de valores perdidos | Definición de perdidos | Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos. |
| | Casos utilizados | Las estadísticas para cada tabla se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables en cada tabla. |
| Sintaxis | CROSSTABS /TABLES=Enfoque BY Afirmativa /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=CHISQ /CELLS=COUNT COLUMN /COUNT ROUND CELL /BARCHART. | |
| Recursos | Tiempo de procesador | 00:00:00.15 |
| | Tiempo transcurrido | 00:00:01.00 |
| | Dimensiones solicitadas | 2 |
| | Casillas disponibles | 524245 |

Resumen de procesamiento de casos

| | Válido | | Casos Perdido | | Total | |
|----------------------|--------|------------|---------------|------------|-------|------------|
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| Enfoque * Afirmativa | 11 | 100,0% | 0 | 0,0% | 11 | 100,0% |

Tabla cruzada Enfoque*Afirmativa

| Enfoque | Debería de contar con un LMP | Recuento | Afirmativa | | Total |
|-------------------------------|------------------------------|----------|------------|--------|--------|
| | | | Si | No | |
| Debería de contar con un LMP | Recuento | | 9 | 0 | 9 |
| | % dentro de Afirmativa | | 100,0% | 0,0% | 81,8% |
| No deberían contar con un LMP | Recuento | | 0 | 1 | 1 |
| | % dentro de Afirmativa | | 0,0% | 50,0% | 9,1% |
| No precisa | Recuento | | 0 | 1 | 1 |
| | % dentro de Afirmativa | | 0,0% | 50,0% | 9,1% |
| Total | Recuento | | 9 | 2 | 11 |
| | % dentro de Afirmativa | | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | df | Significación asintótica (bilateral) |
|------------------------------|---------------------|----|--------------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 11,000 ^a | 2 | ,004 |
| Razón de verosimilitud | 10,431 | 2 | ,005 |
| Asociación lineal por lineal | 8,804 | 1 | ,003 |
| N de casos válidos | 11 | | |

a. 5 casillas (83,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,18.

Anexo 7. Fotografías tomadas en el área de estudio, muestreo de agua y fitoplancton.





