

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO



**EL FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON COMO
BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA, DURANTE EL
PERIODO DEL 2015 AL 2020, EN LA LAGUNA DE
YARINACocha, UCAYALI, 2023**

Tesis para optar el grado académico de
MAESTRO EN CIENCIAS EN MEDIO AMBIENTE, GESTION
SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

FLOR DE MARÍA ASTERIA RODRÍGUEZ VÁSQUEZ

Pucallpa, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI



ANEXO Nº 4

ACTA DE DEFENSA DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACION PARA
OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS

En la Sala de grados de la Universidad Nacional de Ucayali siendo las
8:00 horas, del día 27 de Octubre....., ante el Jurado de Tesis o
trabajo de investigación constituido por :

Dr. César Mori Montero..... Presidente
Dra. Freysi Lilias Ling Villacoy..... Secretario
MSc. Gladys Peña Rojas Gutierrez..... Vocal

El aspirante al GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS en:
Medio Ambiente, Gestión Sostenible y
Responsabilidad Social

Mención:

Don(ña): Flor de María Asteria Rodríguez Vásquez

Procedió al acto de Defensa:

a. Con la exposición de la tesis o trabajo de investigación, titulada:

"Fitoplancton y Zooplancton como
Bioindicadores de Calidad del agua, durante
el periodo del 2015 al 2020, en la laguna
de Yariacocha, Ucayali 2023"

b. Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público
asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación
del aspirante a Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI



- a) Presentación personal
- b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones
- c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente
- d) Dicción y dominio de escenario

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis o trabajo de investigación las observaciones siguientes:

.....

Obteniendo en consecuencia el Maestrista la Nota de 17 (Diecisiete)

Equivalente a Aprobado, por lo que se recomienda

(aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman el presente ACTA en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 9:30 horas del 21 de Octubre del 2023

 PRESIDENTE

 SECRETARIO

 VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/0499-2023.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"EL FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA, DURANTE EL PERIODO DEL 2015 AL 2020, EN LA LAGUNA DE YARINACOGCHA, UCAYALI, 2023"

Autor(es) : RODRÍGUEZ VÁSQUEZ FLOR DE MARÍA ASTERIA
 Escuela : DE POSGRADO
 Maestría : EN CIENCIAS EN MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL
 Asesor(a) : Dr. BALDOGEDA ASTETE ROLY

Presenta un porcentaje de similitud de 8%, verificado en el Sistema Antiplagio URKUNDIORIGINAL, De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: **Si** Contiene un porcentaje aceptable de similitud, procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 17/08/2023



Mp. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
 Director de Producción Intelectual



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELLECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Dr. Rodrigo María Rodríguez Vargas

Autor de la tesis titulada:

Del fitoplancton y el zooplancton como bioindicadores de calidad de agua, durante el periodo del 2015 al 2020, en la laguna de Yarínacocha, Ucayali, 2023

Sustentada el 27 de Octubre del 2023Asesor(a): Roly Baldocúa Astete

Escuela de Posgrado

Maestría: Las Ciencias
medio ambiente, gestión sostenible y responsabilidad social

Mención: medio ambiente, gestión sostenible y responsabilidad social

Autorizo la publicación:

PARCIAL

TOTAL

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto, me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 10 / 11 / 2023Email: rodruiguerosques@gmail.com Firma: [Firma]Teléfono: 947451080 DNI: 40354187

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

Al Blgo. **Fredi Adolfo Carrasco Sandoval** (Q.E.P.D.), por su apoyo y motivación, para el desarrollo de esta tesis en pro del desarrollo de la investigación y los saberes culturales de las riquezas de Ucayali

A mis padres Sonia y Wilfredo (Q.E.P.D.), mi amado esposo Sady Jhairo, y a mi adorada hija Sonia Ysabel; por su amor, paciencia y apoyo incondicional.

Flor de María

AGRADECIMIENTO

Expreso mi especial gratitud a las siguientes personas:

Al Dr. Roly Baldoce Astete, asesor de la tesis, por su apoyo e instrucciones en todo el proceso del estudio.

A Fredi Adolfo Carrasco Sandoval (Q.E.P.D.) y Manuela Zúñiga Cárdenas, propietarios del Laboratorio Natura Analítica S. A., por su apoyo en la disponibilidad y préstamo de los equipos e implementos de laboratorio requeridos en el presente estudio.

Al Ing. Gino Vladimir Bustillos Aponte del PRODUCE UCAYALI por facilitar el préstamo de los equipos y materiales de campo empleados en la toma de muestras de la laguna de Yarinacocha.

A mis queridos estudiantes del colegio SOLLERTIA promoción 2015 y 2016, Ike Arévalo, Mauro Mori, Donna Gamboa, Nadia Chávez, Hideki Owaki, Jorge Pulache, Erick Santiago, Namibia Sías, Hessame Ulloa y Gisela Urbieto, quienes contribuyeron en gran medida en la ejecución de esta investigación.

A Olivia Isabel Pérez Tang, por su motivación y apoyo en la culminación de mi tesis.

A la familia, los amigos y todas las personas que de manera directa o indirecta contribuyeron con la ejecución del estudio.

RESUMEN

El estudio realizado en esta tesis, que lleva como título “El fitoplancton y zooplancton como bioindicadores de calidad del agua, durante el periodo del 2015 al 2020, en la laguna de Yarinacocha, Ucayali, 2023”, consideró el periodo de 6 años de estudio con el propósito de evaluar como el fitoplancton y zooplancton actúan como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha en el tiempo, para ello se analizó la relación entre los parámetros bióticos (composición de las comunidades del fitoplancton y zooplancton) y abióticos (temperatura, transparencia, oxígeno, pH, fosforo y nitrógeno), en cuatro estaciones de la laguna, elegidas por criterio de influencia antrópica y fuentes de abastecimiento de agua.

Se identificó los organismos que conforman el fitoplancton y zooplancton, determinándose que existe una mayor abundancia de organismos Euglenophytas, en aquellas estaciones con mayor incidencia de actividades antrópicas, las mismas que se caracterizan por tener exceso de materia orgánica. Los resultados indican que la influencia antrópica determina el comportamiento de las comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas, corroborando la hipótesis de que el fitoplancton y el zooplancton actúan significativamente como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha. Concluyéndose que los nutrientes en el agua, aportados por el exceso de materia orgánica, las altas temperaturas y la luz ambiental, influye en la abundancia de determinadas especies, como es el caso de las chlorophytas y las euglenophytas, siendo considerada esta última como indicador de aguas contaminadas.

Palabras claves: Contaminación, fitoplancton, zooplancton, factores bióticos y abióticos.

ABSTRACT

The study carried out in this thesis, which is entitled "Phytoplankton and zooplankton as bioindicators of water quality, during the period from 2015 to 2020, in the Yarinacocha lagoon, Ucayali, 2023", considered the period of 6 years of study. With the purpose of evaluating how phytoplankton and zooplankton act as bioindicators of water quality in the Yarinacocha lagoon over time, the relationship between biotic (composition of phytoplankton and zooplankton communities) and abiotic (temperature, transparency, oxygen, pH, phosphorus and nitrogen), in four stations of the lagoon, chosen by criteria of anthropic influence and sources of water supply.

The organisms that make up the phytoplankton and zooplankton were identified, determining that there is a greater abundance of Euglenophytas organisms, in those stations with the highest incidence of anthropic activities, the same ones that are characterized by having excess organic matter. The results indicate that anthropic influence determines the behavior of phytoplankton and zooplankton communities, corroborating the hypothesis that phytoplankton and zooplankton act significantly as bioindicators of water quality in the Yarinacocha lagoon. Concluding that the nutrients in the water, provided by excess organic matter, high temperatures and ambient light, influence the abundance of certain species, such as chlorophytas and euglenophytas, the latter being considered as an indicator of contaminated water.

Key words: Pollution, phytoplankton, zooplankton, biotic and abiotic factors.

INTRODUCCIÓN

La laguna de Yarinacocha es uno de los cuerpos de agua de mayor importancia en la región Ucayali, no solo por los servicios ecológicos que brinda (hábitat, recurso hídrico, flora y fauna), sino también en el aspecto turístico y como eje económico, para el distrito que lleva su mismo nombre.

Considerando el proyecto de ley N° 7356/2020-CR en donde se indica la necesidad pública e interés nacional de la declaración de emergencia ambiental a la laguna de Yarinacocha en la provincia de coronel portillo de la región Ucayali, señalando que se deben hacer estudios y registrar los resultados de calidad de agua basado en la acción de residuos orgánicos, debido a las actividades antrópicas que han llevado al aumento de la contaminación en la laguna lo cual acelera el proceso de eutrofización del cuerpo de agua.

En la actualidad, existen muchos métodos, de estudios de parámetros físicos y químicos, que resultan siendo costosos y que solo indican la condición del momento, en cambio los parámetros biológicos como es el caso del fito y del zooplancton, nos muestran el comportamiento del ecosistema, frente a alteraciones del ambiente, debido al comportamiento de las comunidades de forma cuantitativa como cualitativa, Teniendo en consideración lo indicado por Romero (2018): “el estudio de la estructura de una comunidad descubre la actuación de agentes que inciden de forma discontinua y que pueden, por tanto, no ser detectados a través de análisis físicos ni químicos rutinarios” (p. 24).

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| INTRODUCCIÓN | x |
| CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1. Descripción del problema. | 1 |
| 1.2. Formulación del problema. | 3 |
| 1.2.1. Problema general. | 3 |
| 1.2.2. Problema específico. | 3 |
| 1.3. Objetivo General y objetivos específicos. | 3 |
| 1.3.1. Objetivo general. | 3 |
| 1.3.2. Objetivos específicos. | 3 |
| 1.4. Hipótesis | 4 |
| 1.5. Variables | 4 |
| 1.6. Justificación e importancia. | 4 |
| 1.7. Viabilidad. | 6 |
| 1.8. Limitaciones | 6 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO. | 7 |
| 2.1. Antecedentes. | 7 |
| 2.1.1. A nivel internacional | 7 |
| 2.1.2. A nivel nacional | 10 |
| 2.1.3. A nivel local | 14 |
| 2.2. Bases teóricas. | 15 |

| | | |
|----------------------------------|--|----|
| 2.2.1. | Fitoplancton y zooplancton | 15 |
| 2.2.2. | Calidad de agua | 15 |
| 2.3. | Definiciones conceptuales | 15 |
| 2.3.1. | Bioindicador | 15 |
| 2.3.2. | Fitoplancton | 16 |
| 2.3.3. | Zooplancton | 16 |
| 2.3.4. | Eutrofización | 16 |
| 2.4. | Bases epistémicos. | 16 |
| 2.4.1. | Degradación de recursos acuáticos | 16 |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO | | 18 |
| 3.1. | Descripción del área de estudio | 18 |
| 3.2. | Tipo de investigación | 19 |
| 3.3. | Diseño y esquema de la investigación. | 19 |
| 3.4. | Población y muestra. | 20 |
| | Ubicación de las estaciones de muestreo | 21 |
| 3.5. | Técnicas de recolección de datos | 22 |
| 3.5.1. | Etapas del trabajo | 22 |
| 3.5.1.1. | Trabajo de campo | 22 |
| 3.5.1.2. | Trabajo de laboratorio | 22 |
| 3.5.1.3. | Trabajo de gabinete | 22 |
| 3.5.2. | Descripción de instrumentos | 22 |
| 3.5.2.1. | Instrumentos de recolección de datos de parámetros biológicos. | 22 |
| 3.5.2.2. | Instrumentos de recolección de datos de parámetros físicos y químicos. | 23 |

| | |
|---|----|
| 3.5.3. Procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad de los instrumentos | 24 |
| 3.6. Técnicas para el procesamiento y presentación de datos. | 24 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS | 25 |
| 4.1. Datos de campo de los parámetros físicos, químicos y biológicos | 25 |
| 4.2. Parámetros físicos del agua | 27 |
| 4.2.1. La temperatura de agua | 27 |
| 4.2.2. La transparencia del agua | 28 |
| 4.3. Parámetros químicos del agua | 29 |
| 4.3.1. Concentración de oxígeno del agua | 29 |
| 4.3.2. Niveles de pH del agua | 32 |
| 4.3.3. Niveles de nitrógeno y fosforo del agua | 34 |
| 4.4. Parámetros biológicos del agua. | 35 |
| 4.4.1. Número de individuos y riqueza del fitoplancton y zooplancton. | 35 |
| 4.4.2. Presencia de las divisiones fitoplanctónicas y zooplanctónicas | 37 |
| 4.4.3. Índice de simpson de especies de fitoplancton y zooplancton | 38 |
| 4.4.4. Índice de margalef y de shannon-weiner de fitoplancton y zooplancton | 40 |
| 4.5. Caracterización prospectiva de la laguna de “Yarinacocha” en escenarios favorables y desfavorables | 41 |
| CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 43 |
| Parámetros físicos | 44 |
| 1. Temperatura | 44 |
| 2. Transparencia | 44 |
| Parámetros químicos | 45 |

| | |
|----------------------------|----|
| 1. Oxígeno | 45 |
| 2. pH | 47 |
| 3. Nitrógeno y fósforo | 49 |
| Parámetros biológicos | 51 |
| 1. Diversidad planctónica. | 51 |
| 2. Resiliencia ecológica | 52 |
| CONCLUSIONES | 56 |
| SUGERENCIAS | 57 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 58 |
| ANEXOS | 67 |

INDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Características descriptivas de las estaciones de muestreo en la laguna de Yarinacocha | 20 |
| Tabla 2. Detalle del total de muestreos por estaciones en la laguna de Yarinacocha | 21 |
| Tabla 3. Ubicación de las cuatro estaciones de muestreo en la laguna de Yarinacocha | 21 |
| Tabla 4. Indicadores evaluados y escala de medición empleado para los parámetros biológicos | 22 |
| Tabla 5. Indicadores evaluados y escala de medición empleado para los parámetros físicos y químicos | 23 |
| Tabla 6. Resultados obtenidos de los parámetros físicos (temperatura y transparencia) y químicos (oxígeno y pH) de la laguna de Yarinacocha | 25 |
| Tabla 7. Resultados obtenidos del recuento y biodiversidad de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha | 26 |
| Tabla 8 Recuento de las divisiones fitoplanctónicas y zooplanctónicas en la laguna de Yarinacocha | 27 |
| Tabla 9. Resultados obtenidos de fosfatos y nitratos en la laguna de Yarinacocha | 27 |
| Tabla 10 Resultados obtenidos del parámetro de oxígeno en la laguna de Yarinacocha. | 30 |
| Tabla 11 Valores promedio y la desviación estándar del parámetro de pH. en la laguna de Yarinacocha. | 32 |

Tabla 12 Escenario prospectivo. en la laguna de Yarinacocha, según factores abióticos, Yarinacocha 2023. **42**

INDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Mapa de ubicación de la laguna de Yarinacocha | 18 |
| Figura 2. Esquema de planteamiento de diseño de investigación | 20 |
| Figura 3. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo | 21 |
| Figura 4. Resultados obtenidos de temperatura en la laguna de Yarinacocha | 28 |
| Figura 5. Resultados obtenidos de transparencia en la laguna de Yarinacocha | 29 |
| Figura 6. Tendencia temporal del oxígeno en la laguna de Yarinacocha | 31 |
| Figura 7. Tendencia temporal del oxígeno en cada una de las estaciones de muestreo en la laguna de Yarinacocha | 31 |
| Figura 8. Tendencia temporal del pH en todo el periodo de evaluación por estaciones de muestreo en la laguna de Yarinacocha | 33 |
| Figura 9. Resultados obtenidos de pH en la laguna de Yarinacocha por estación de muestreo | 33 |
| Figura 10. Resultados obtenidos del nitrógeno total en la laguna de Yarinacocha | 34 |
| Figura 11. Resultados obtenidos de fósforo total en la laguna de Yarinacocha | 35 |
| Figura 12. Resultados obtenidos del número de individuos de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha | 36 |
| Figura 13. Resultados obtenidos de la riqueza de especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha | 36 |

| | |
|---|-----------|
| Figura 14. Presencia de las divisiones fitoplanctónicas y zooplanctónicas en la laguna de Yarinacocha | 38 |
| Figura 15. Resultados obtenidos del índice de Simpson “diversidad” de especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha | 39 |
| Figura 16. Resultados obtenidos del índice de Simpson “dominancia” de especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha | 39 |
| Figura 17. Resultados obtenidos del índice de Margalef de las especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha | 40 |
| Figura 18. Resultados obtenidos del índice de Shannon-Weiner de las especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha | 41 |

INDICE DE ANEXOS

| | Pag. |
|--|-------------|
| ANEXO 1. Validación de instrumentos, Juez N°1 | 67 |
| ANEXO 2. Validación de instrumentos, Juez N°2 | 73 |
| ANEXO 3. Validación de instrumentos, Juez N°3 | 72 |
| ANEXO 4. Red de fitoplancton y zooplancton: Colector (A) y red (B) | 76 |
| ANEXO 5. Microscopio trinocular marca GREETMED, modelo: XSZ – 146AT | 77 |
| ANEXO 6. Cámara de Neubauer | 78 |
| ANEXO 7. Equipo multiparamétrico WTW Multi 340e | 79 |
| ANEXO 8. Disco de Secchi: (A) instrumento; (B) observación de la transparencia del agua. | 80 |
| ANEXO 9. Medidor digital para análisis de fósforo Checker HC de Rango Alto - HI706 | 81 |
| ANEXO 10. Analizador colorimétrico en continuo de nitrógeno total EZ7700 | 82 |
| ANEXO 11. Resultados de análisis físicos y químicos – 2015. Natura Analítica | 83 |
| ANEXO 12. Resultados de análisis físicos y químicos – 2016. Natura Analítica | 84 |
| ANEXO 13. Resultados de análisis físicos y químicos – 2017. Natura Analítica | 85 |
| ANEXO 14. Resultados de análisis físicos y químicos – 2018. Natura Analítica | 86 |

| | |
|--|-----------|
| ANEXO 15. Resultados de análisis físicos y químicos – 2019. Natura Analítica | 87 |
| ANEXO 16. Resultados de análisis físicos y químicos - 2020. Natura Analítica | 88 |
| ANEXO 17. Matriz de consistencia | 89 |
| ANEXO 18. Matriz de operacionalización de las variables | 91 |
| ANEXO 19. Imágenes referenciales del fitoplancton y zooplancton identificado. | 92 |

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

El agua es uno de los recursos más importantes y es considerado esencial para la vida en el planeta, no obstante, el incremento de la población humana y las actividades contaminantes que se llevan a cabo ha disminuido el acceso a aguas limpias, ocasionando aguas inadecuadas para el consumo e impacto ambiental en los cuerpos de agua. Según la Organización Mundial de la Salud, desde el año 2015 solo el 89% de la población mundial tiene acceso a agua apta para consumo y se anticipa que este porcentaje continuará disminuyendo, aunque se estima que la situación ya es crítica para 260 millones de personas que carecen de agua apta para el consumo (Gómez-Duarte, 2018, p. 7), lo que conlleva a poner en riesgo la salud y el bienestar de la población.

Resulta importante, promover la conservación y uso sostenible de los cuerpos de agua, pero para ello se debe de informar y educar a la población de la condición en la que se encuentran los cuerpos de agua. En la actualidad, se llevan a cabo monitoreos de calidad de agua cuyos parámetros evaluados son físicos y químicos, no obstante, según MINAM, 2014 *como se cita en* Laura *et al.*, 2018, los inventarios corresponden a la parte física y no biológica por lo que no se conoce los componentes biológicos para tomar medidas de conservación en caso de deterioro de su biodiversidad (p.1029), ya que los parámetros físicos y químicos, solo son indicadores de la condición del momento, es por ello que se hace empleo de los índices biológicos ya que estos informan de situaciones acontecidas algún tiempo atrás, desvelando factores no presentes en el

momento de la toma de muestras (Iannacone *et al.* 2001, Silva *et al.* 2006 *in* Romero 2018, p. 24).

El comportamiento de las comunidades (cuantitativa-cualitativa), nos muestran el comportamiento del ecosistema, frente a alteraciones del ambiente, lo que no se puede visualizar con parámetros físicos y químicos de manera independiente, indicado por Romero (2018), “el estudio de la estructura de una comunidad descubre la actuación de agentes que inciden de forma discontinua y que pueden, por tanto, no ser detectados a través de análisis físicos ni químicos rutinarios” (p. 24).

Teniendo en consideración lo antes mencionado y destacando que, en nuestra región existe un cuerpo de agua conocido por algunos como “laguna de Yarinacocha” y por otros como “lago de Yarinacocha”, que a la fecha viene siendo afectada por actividades antrópicas, destacando dentro de ellos, los impactos de carácter:

- a) Social: Donde el mayor ejercicio de las actividades de comercio y turismo y el crecimiento de la población han ocasionado un incremento en la contaminación, debido a que se vierten en ella los residuos domésticos y comerciales.
- b) Económico: Los elevados costos de estudios físicos y químicos de agua.
- c) Ambiental: Por el incremento de materia orgánica y nutriente que ocasiona perturbación en el ecosistema acuático y un desbalance en las comunidades biológicas que habitan en él.

Estimándose conveniente el empleo de técnicas basadas en bioindicadores tales como el fitoplancton y el zooplancton, para el estudio de este cuerpo de agua.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema General.

¿En qué medida el fitoplancton y zooplancton actúan como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha, durante el periodo del 2015 al 2020?

1.2.2. Problema Específico

- ✓ ¿Cómo identificar los organismos que forman parte de las comunidades de fitoplancton y zooplancton que existen en la laguna de Yarinacocha?
- ✓ ¿Cómo se presentan las características físico químicas del agua que influyen en la composición de las comunidades de fitoplancton y zooplancton?
- ✓ ¿Cómo determinar los organismos que componen las comunidades de fitoplancton y zooplancton e indican las condiciones de calidad del agua?

1.3. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1.3.1. Objetivo General.

Evaluar como el fitoplancton y zooplancton actúan como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar los organismos que forman parte de las comunidades de fitoplancton y zooplancton que existen en la laguna de Yarinacocha.
- ✓ Analizar las características físico químicas del agua y su influencia en la composición de las comunidades de fitoplancton y zooplancton.
- ✓ Determinar que los organismos que componen las comunidades de fitoplancton y zooplancton indican las condiciones de calidad del agua.

1.4. HIPÓTESIS

Ha: “El fitoplancton y el zooplancton actúan significativamente como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha”

Ho: “El fitoplancton y el zooplancton no actúan significativamente como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha”

1.5. VARIABLES

X = Fitoplancton y zooplancton

Y = Calidad del agua de la laguna de Yarinacocha

PRIMERA VARIABLE

X = Fitoplancton y zooplancton

INDICADORES

- Comunidades (por grupos taxonómicos)
- Abundancia (individuo/cm³)
- Coloración y características físicas de los microorganismos.

SEGUNDA VARIABLE

Y = Calidad del agua de la laguna de Yarinacocha

INDICADORES

- Parámetros físicos: Luz y temperatura.
- Parámetros químicos: Oxígeno, pH y nutrientes.

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El lago de Yarinacocha es un recurso muy valioso, considerado uno de los principales atractivos turísticos de la región Ucayali, que genera beneficios directos (recursos hidrobiológicos, aves, vegetación, etc) e indirectos (turismo y comercio), para los 103941 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, p.145) del distrito que lleva el mismo nombre.

No obstante, las diferentes actividades de origen antropogénico relacionados con la sobreexplotación de sus recursos, el comercio informal y el excesivo crecimiento de la población han conllevado a que se incrementen los niveles de contaminación debido al vertido de agua de desechos de origen doméstico, cuya carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal.

Los análisis físicos y químicos, son de gran precisión, pero sólo muestran las condiciones instantáneas, ya que según Romero (2018), “los efectos de los contaminantes se detectan si son dispuestos en el momento; es por ello que los resultados son puntuales en la dimensión cronológica y no revelan mucho de la evolución de una carga contaminante y la capacidad resiliente y amortiguadora de los ecosistemas acuáticos” (p. 21)

Las principales razones para el empleo de seres vivos para monitorear la calidad del agua, no sólo son las características del comportamiento de las comunidades en el tiempo, sino también tal como lo sustentan Montejano y col. 1999, Iannacone & Alvaríño 2000, Iannacone y col. 2000, Vouilloud y col. 2005, Ruiz y col. 2007 *in* Alaya y Guevara, (2016), son el costo relativo bajo y lo sencillo de implementar este tipo de estudios, en comparación con los onerosos análisis químicos o de toxicidad (p. 1).

Por tanto este trabajo de investigación es importante porque propone el uso de bioindicadores como una nueva herramienta para conocer la calidad del agua, esto no quiere decir que desplace al método tradicional de los análisis fisicoquímicos, pero su uso contribuirá a simplificar en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que su aplicación sólo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua

1.7. VIABILIDAD

El presente trabajo de investigación es viable, porque el uso de bioindicadores simplifica las actividades de campo y laboratorio, permitiendo así identificar y aplicar medidas correctivas o de atenuación. Esto basado en el tipo y las cantidades de residuos vertidos, para evitar que éstos superen el poder de autodepuración de la laguna.

Además, existieron fuentes primarias y secundarias, el proyecto es autofinanciado y con el objeto de estudio al alcance, para dinamizar la aplicación de los instrumentos.

1.8. Limitaciones

Este trabajo quedó limitado a microorganismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos de tamaños \geq a 40μ , ya que esta es la medida de menor abertura de malla que posee la red planctónica que se empleó y que se encontraba disponible en el mercado nacional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. *A nivel Internacional*

Da Silva et al. (2022), en su trabajo sobre “La comunidad de fitoplancton como un descriptor de variabilidad ambiental: un caso de estudio en cinco reservorios de la cuenca del río Paraná”, concluyeron que “en ausencia de la variabilidad ambiental estacional causada por la sequía, la variación de los atributos del fitoplancton probablemente estuvo influenciada por las características espaciales de cada reservorio, como posición ocupada en la cuenca hidrográfica, tiempo de retención de agua (TR) y actividades antrópicas desarrolladas en la cuenca, que se traducen principalmente en concentración de nutrientes”.(p. 8).

Omoboye et. al. (2022), en su trabajo sobre “Calidad del agua y comunidad planctónica del embalse de Owalla, estado de Osun, suroeste de Nigeria”, concluyen que:

El embalse de Owalla comprendía una flora de fitoplancton y una fauna de zooplancton altamente diversificada con un gran potencial para sustentar una rica comunidad acuática y producción pesquera. Sin embargo, el lago debe someterse a un control periódico adecuado debido a la presencia de algunas cianobacterias potencialmente tóxicas identificadas entre la flora de fitoplancton, así como al efecto probable de algunas actividades humanas (como la defecación en espacios abiertos, el lavado y el baño con detergentes y jabones y el pastoreo de vacas alrededor de la vertiente de agua) observadas durante el estudio. Dichas

actividades pueden agregar nutrientes a la masa de agua y provocar la proliferación de algas, lo que a su vez provocará el deterioro de la calidad del agua. (p.12).

Pereda, Pérez y Paredes (2021), en la investigación titulada “Caracterización ecológica de las comunidades planctónicas en tres fiordos interiores occidentales del Campo de Hielo Patagónico Sur”, indican que:

La distribución vertical de la comunidad pelágica presentó una alta heterogeneidad entre los fiordos y entre dos estratos de profundidad. En el caso del fitoplancton en el fiordo Ofhidro, la concentración celular fue mayor en las muestras de superficie que en la de 10 metros de profundidad tanto en las estaciones interior como exterior. Inversamente en el fiordo Témpano, las mayores abundancias fueron siempre en las muestras de 10 metros de profundidad. Esto se puede deber a la presencia de hielo y descargas de agua dulce, las cuales producen la típica capa de agua estuarina de baja temperatura y salinidad disminuyendo la concentración fitoplancton de la superficie. En el caso del zooplancton, las muestras superficiales del interior en los fiordos Ofhidro y Témpano presentaron las mayores abundancias. Un patrón inverso se presentó entre las estaciones intermedia y exterior de ambos fiordos. Este patrón heterogéneo puede ser explicado por la presencia de la alta dinámica oceanográfica, la profundidad de la picnoclina, las descargas de agua dulce por ríos o la cantidad de hielo que descarga el glaciar. (p. 10)

Picapedra, et. al. (2021), en su trabajo sobre “Comunidades de zooplancton y su relación con la calidad del agua en ocho embalses de las regiones del medio oeste y sureste de Brasil”, concluyeron que:

Los reservorios son mesotróficos (COR, FUR, ITU, LBC, MSM y PCO) y algunos están en proceso de eutrofización (FUN y MAR), principalmente por la entrada de nutrientes de las zonas urbanas y agrícolas en los cuerpos de estos sistemas. En consecuencia, hubo un predominio de cianobacterias en los reservorios, con excepción de LBC. Se encontraron cambios estacionales en la abundancia de zooplancton solo para microcrustáceos en algunos embalses, con valores más bajos durante la temporada de lluvias, posiblemente debido a un efecto de dilución causado por la lluvia. Especies como *K. bostoniensis*, *H. mira*, *Keratella* spp. y *P. vulgaris* fueron indicadores de ambientes con niveles más altos de nutrientes y predominio de cianobacterias (p. ej., COR y FUR). Adicionalmente, microcrustáceos como *T. decipiens*, *N. cearensis* y formas juveniles (nauplios y copépodos) de copépodos ocurrieron en ambientes que presentaron valores más altos de TSI de los embalses de FUN e ITU. Por el contrario, los microcrustáceos *D. gessneri* y *N. henseni* pueden considerarse indicadores de condiciones de calidad del agua más deseables (p. ej., PCO y LBC). Este estudio proporcionó información relevante sobre la calidad del agua de los embalses brasileños. (p.711)

Espín (2018), en su tesis titulada “Aplicación de bioindicadores fitoplanctónicos, para medir la saprobiedad del lago Caricocha (mojanda)”, determinó que:

El 100% de los géneros identificados sólo el 33.33% es considerado fitoplancton bioindicador (*Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Phacus*, *Cyclotella*, *Navicula*, *Nitzschia*) por ser sensibles a cambios, su presencia o ausencia dependen de las condiciones del lugar. Los valores de diversidad fitoplanctónica de Shannon-Weaver registrados se

encuentran dentro de 1.5-3.0, siendo un indicativo de agua medianamente contaminada. El índice OPI con un valor de 3 determinó que existe baja contaminación orgánica. El índice de Pantle-Buck con un valor de 2,33 comprobó que el lago posee un nivel de saprobiedad β - mesosaprobio con una ponderación de contaminación orgánica débil. El índice de Palmer con un valor de 2 ratificó que el lago Caricocha (Mojanda) presenta un nivel de saprobiedad es β - mesosaprobio con una contaminación orgánica moderada. En cuanto a los parámetros químicos relacionados con la concentración de nutrientes, el resultado fue mesotrófico en relación al contenido de fósforo total, calificando al agua como poco contaminada y rica en oxígeno, teniendo en cuenta que los tres niveles de nitrógeno evaluados no infieren con aportaciones relevantes. El nivel de saprobiedad determinado en todos los puntos de muestreo por la aplicabilidad de los índices de OPI, Pantle - Buck y palmer se mantuvieron tanto en época de precipitación como de estiaje, determinando que existe una mínima diferencia entre número de individuos de fitoplancton bioindicador. (págs. 76 y 77)

2.1.2. A nivel Nacional

Baylón et al. (2018), en la investigación “Evaluación de la diversidad de algas fitoplanctónicas como indicadores de la calidad del agua en lagunas altoandinas del departamento de Pasco (Perú)”, concluyeron que:

La contaminación por metales puede afectar la riqueza y diversidad de las comunidades fitoplanctónicas en las relaveras Lacsacocha, Yanamate y Quiulacocha, pero no afectan significativamente la densidad de pequeñas diatomeas. Las variables conductividad eléctrica y pH han afectado la composición y abundancia de las diatomeas planctónicas en

las lagunas Yanamate y Quiulacocha. El índice de diversidad de Shannon Wiener evidencia una contaminación moderada para las relaveras; Lacsacocha, Yanamate, Quiulacocha y Milpo, dada por la dominancia de Bacillariophyta, la laguna Huaroncocha presentó aguas limpias, evidenciando la presencia de varios filos como Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Ochrophyta. Los valores de IDG para Huaroncocha nos indicaron que el agua tiene una calidad biológica óptima, en cambio Lacsacocha, Yanamate, Quiulacocha y Milpo indicaron contaminación fuerte a moderada. Huaroncocha presentó una dominancia de diatomeas Pennales y Centrales de mediano tamaño en cambio las relaveras Lacsacocha, Yanamate, Quiulacocha y Milpo una dominancia de diatomeas pequeñas tolerantes a la contaminación como el género *Nitzschia* sp. Milpo, Quiulacocha y Yanamate no cumplieron con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para conductividad y pH en el agua: Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). Si bien, la conductividad y pH nos pueden indicar la calidad del agua, los valores de metales pesados como Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre y Plomo, nos permitió concluir la presencia de contaminación en las relaveras Lacsacocha, Yanamate, Quiulacocha y Milpo y el buen estado de la calidad del agua de la laguna Huaroncocha. (p.125 y 126)

Ismiño et. al. (2018), en su estudio “Comunidad fitoplanctónica de la cuenca del río Itaya en Loreto, Perú”, indican que:

Según el IDG (índice diatómico general), todo el río Itaya está contaminado, aunque en diferente grado, manteniendo un rango de calidad entre polución media a polución fuerte, habiendo un punto de

muestreo con polución tóxica (H4) con poblaciones por debajo de los 10 ind/mm². Estos resultados muestran el estado trófico que podría ser natural o inducido por contaminación antropogénica. El crecimiento de la población ha llevado al aumento considerable de las necesidades del agua, de allí que los cuerpos de agua sufren contaminación debido principalmente al depósito de sedimentos por malas prácticas agrícolas y también de aguas servidas. La lluvia ácida, que aporta dióxido de azufre (SO₂) y de nitrógeno (NO₂) aumenta por el uso doméstico, agropecuario e industrial; sin embargo, cada día aumenta el deterioro de la calidad del agua. Entre las acciones humanas que modifican o afectan los sistemas acuáticos se encuentra la deforestación y la eliminación de residuos en los cursos de agua. (p. 837)

Laura, et al. (2018) en sus estudios sobre “Evaluación de la diversidad del fitoplancton de la laguna La Viuda (Lima, Perú) en agosto - noviembre 2016”, determinaron que:

Las aguas de la Laguna la Viuda, son transparentes, frías, ligeramente ácidas, con variedad de microelementos. La diversidad del fitoplancton también es variable y está relacionada con la estacionalidad e indicaron baja abundancia de fitoplancton en invierno (agosto) con respecto a primavera (noviembre). Los niveles de nitratos y fosfatos son aceptables, pero es necesario a futuro determinar el estado trófico de esta laguna altoandina tomando en cuenta varios parámetros de acorde a nuestra realidad geográfica y a diferentes niveles de profundidad con el fin de contribuir al conocimiento de la diversidad fitoplanctónica y la calidad del agua de este cuerpo de agua. (págs. 1037 y 1038)

Romero (2018), en la tesis “Determinación de la relación de la comunidad fitoplanctónica con los factores físicos y químicos del sector Puno de la reserva nacional del Titicaca, región Puno, abril – julio 2014”, concluyó que:

La diversidad de la comunidad fitoplanctónica del sector Puno de la Reserva Nacional del Titicaca presentó una relación altamente significativa ($P < 0.01$) con los parámetros físicos y químicos, siendo la profundidad, la temperatura, el pH, el NMP de coliformes totales, el DQO, la concentración de nitratos y fosfatos presentaron influencia significativa bivariada sobre la diversidad; mediante el análisis de componentes principales (ACP) se pudo establecer tres grupos de factores físicos y químicos relacionados entre sí, el primero compuesto por la Conductividad, la Salinidad, la concentración de nitratos, la concentración de fosfatos, el DQO y el DBO, un segundo grupo integrado por la temperatura, el OD y la concentración de nitritos, mientras que en el tercer grupo se presentó una relación entre la profundidad, la transparencia, el pH y el NMP de coliformes totales. En la diversidad de la comunidad fitoplanctónica se presentó tres grupos relacionados entre sí determinados por el ACP, el primer grupo presentó la relación entre los Phyla Charophyta, Chlorophyta, Euglenophyta y Ochrophyta, un segundo grupo de relación entre los Phyla Cyanobacteria y Pyrrophyta y un tercer grupo representado solamente por el Phylum Bacillariophyta. El análisis de correspondencia canónica mostro una influencia significativa del DBO y DQO sobre la diversidad del Phylum Charophyta, la concentración de nitratos y fosfatos influyó sobre la diversidad del Phylum Pyrrophyta, la diversidad del Phylum Cyanobacteria fue influenciado por la salinidad y la conductividad, la diversidad de los Phylum Bacillariophyta y Chlorophyta

se vio influenciado por el OD, la concentración de nitritos influyó sobre la diversidad del Phylum Euglenophyta, finalmente la transparencia fue la que mostró influencia en la diversidad del Phylum Ochrophyta. (p. 93).

Vélez-Azañero, Lozano y Cáceres-Torres (2016) en su investigación titulada “Diversidad de fitoplancton como indicador de calidad de agua en la cuenca baja del río Lurín, Lima, Perú”, concluyeron que:

La diversidad de microalgas y cianobacterias en cursos de agua es importante para conocer el impacto antropogénico causado por el vertimiento de residuos sólidos y desagües domésticos; algunas especies de los géneros *Navicula* y *Nitzschia* dentro del grupo de las *Bacillariophyceae* confirman esta posición. El aumento de los niveles de recambio con la distancia espacial entre los sitios de muestreo deja clara la sensibilidad de estos organismos a los cambios ambientales como la temperatura del agua y el establecimiento de viviendas; la alta mineralización presente en el sistema debe su origen a factores naturales y aportes provenientes de los drenajes agrícolas, que se intensifican en los sitios más bajos; la re-suspensión de sedimentos contaminados explica la presencia de valores de pH bajos; asimismo, la disminución gradual de la temperatura en dirección al mar se explica por la presencia de áreas urbanas alejadas de la desembocadura, las cuales generan islas de calor (p. 77).

2.1.3. A nivel Local

A nivel local no existen estudios sobre organismos planctónicos como indicadores de calidad de agua. Por ende, con esta investigación se pretenden llenar esos espacios vacíos de información.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. *Fitoplancton y zooplancton*

El fitoplancton es un microorganismo autótrofo cuya función es realizar la fotosíntesis, un proceso en el que intervienen agua, sales nutrientes, dióxido de carbono y radiación solar, el cual culmina con la producción de oxígeno y la formación de diversos compuestos orgánicos como carbohidratos y proteínas, cuyo resultado es materia orgánica con origen inorgánico, la cual es consumida por el zooplancton, microorganismos heterótrofo, que deriva en alimento de otras especies al establecerse una complicada trama trófica hasta llegar a los especímenes superiores como las ballenas (López, 2019, Párr. 1 y 2).

2.2.2. *Calidad de agua*

La calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas (Flores, 2019, p.12). La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. *Bioindicador.*

Es aquel cuyas respuestas biológicas son observadas frente a una perturbación ecológica y están referidos como organismos o sistemas biológicos que sirven para evaluar variaciones en la calidad ambiental (Gamboa et. al., 2018, párr.4)

2.3.2. Fitoplancton.

El fitoplancton es un plancton vegetal, son microalgas que obtienen su energía y nutrientes a través de la energía solar por el proceso conocido como fotosíntesis y por ello, casi siempre se encuentran cerca de la superficie del agua (INDUANALISIS, 2019, párr.4).

2.3.3. Zooplancton.

El zooplancton son organismos que componen el plancton y son heterótrofos. Entre ellos se pueden encontrar organismos herbívoros, carnívoros y omnívoros. Algunos de ellos pueden estar en simbiosis con algas y otros son parásitos de otros organismos (Costas, 2016, párr. 1).

2.3.4. Eutrofización.

Conduce lentamente a la desaparición y se produce cuando el agua de un ecosistema acuático recibe desechos y residuos orgánicos y minerales que se relacionan con el aumento de materia orgánica. Esto afecta el ciclo de otros nutrientes (nitrógeno, fósforo) y provoca el rápido crecimiento de algas y otras plantas que cubren el espejo de agua y modifican aspectos básicos para la permanencia de otros organismos como los peces (Beltrán, 2021, párr. 4).

2.4. BASES EPISTÉMICOS

2.4.1. Degradación de recursos acuáticos

Los organismos vivos fueron utilizados en un inicio para medir el grado de deterioro de los cuerpos de agua corriente, considerando su comportamiento como bioindicadores frente a la contaminación de aguas que perturban el equilibrio normal de las poblaciones. No obstante, fue a mediados de los años 50 cuando comenzaron a utilizarse diferentes metodologías de evaluación de calidad del agua mediante el uso de los indicadores biológicos (Pérez, 1999 in Álvarez y Flores, 2016. p.11)

Cabe destacar, que el uso de bioindicadores resulta ventajoso, porque las siguientes razones:

- Emplea materiales y equipos simples y de bajo costo.
- Los procedimientos son sencillos.
- Los resultados se obtienen de forma rápida.

Además, la información que se obtiene de estos estudios es referente a las variaciones que a través del tiempo es modificado, lo que convierte a estos métodos en una herramienta primordial en la vigilancia rutinaria de las cuencas y ríos en general (Garay, 2013 in Alvarez y Flores, 2016. p.15).

Los resultados del estudio de las especies indicadoras de niveles de calidad de agua son más inmediatos, pero requieren un profundo conocimiento para identificar los organismos y sólo son adecuados para las condiciones ecológicas y características regionales; mientras que los resultados numéricos de los estudios de estructura de comunidades, si bien requieren su interpretación ecológica, demandando más tiempo, son independientes de las características geográficas regionales y tienen aplicabilidad aún con informaciones sistemáticas y ecológicas deficientes.

CAPÍTULO III

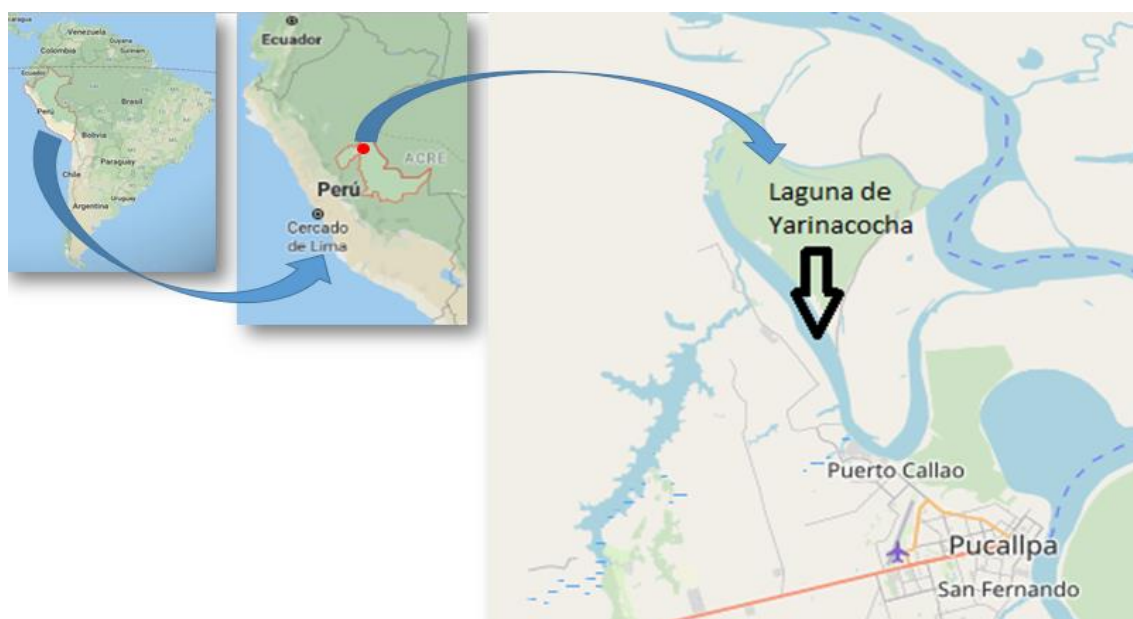
MARCO METODOLÓGICO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió la laguna de Yarinacocha, ubicada en el distrito del mismo nombre, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Según Cervano (2016) posee una profundidad de 6 a 22 metros según la época del año, a una altitud de 157m sobre el del mar (p.25). Geográficamente ubicada entre las coordenadas 8°18'29S 74°36'5"O, y posee una longitud de 4 Km, tiene su origen en una sección del río Ucayali del que quedó aislada a causa del desvío del cauce del río, a eso se debe su forma más larga que ancha que recuerda a una "U", cuyas agua se alimentan del río que le dio origen, con el que se conecta en la temporada de lluvias, en los meses de diciembre a abril, por sus dos extremos, formando un solo enorme cuerpo de agua. Además, está rodeada de abundante vegetación.

Figura 1

Mapa de ubicación de la laguna de Yarinacocha.



Nota: Adaptado del googlemaps. De [Región Ucayali], de Google Earth, (s.f.). Consultado el 26 de enero del 2023.
<https://www.google.com/maps/search/laguna+de+yarinacocha+pucallpa/@-8.2866601,-74.9363848,10z/data=!3m1!4b1?entry=ttu>)

El clima es lluvioso y cálido, con temperatura máxima entre 30°C en mayo y junio, y 33°C en setiembre y octubre; y la temperatura mínima, entre 19°C en julio y agosto y 22°C en los meses de verano. Anualmente llueve alrededor de 2 090 mm, concentrado entre diciembre y abril, con 210 a 260 mm por mes (SENAMHI, 2022, p. 104).

La laguna es uno de los principales atractivos turísticos de la ciudad en fiestas de San Juan, se asientan en su cuenca varias poblaciones, como San José y San Juan, así como una población de la etnia shipibo-conibo, San Francisco y la actividad económica alrededor de la laguna se concentra en la navegación turística y en menor medida, la pesca y el transporte de carga y pasajeros cuando la laguna se conecta con el río Ucayali, en época de lluvias.

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es descriptiva, porque se centra en describir por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 95), ya que se buscó identificar, analizar y explicar el comportamiento de las especies, teniendo en consideración las comunidades y abundancia presente en los puntos de muestreo seleccionados por influencias naturales y antrópicas.

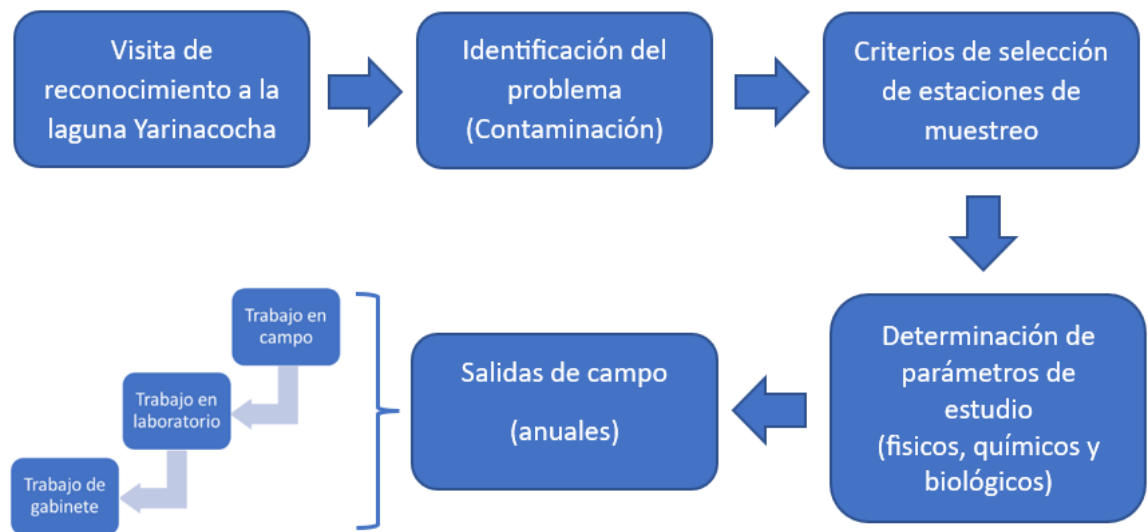
3.3. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) El término diseño se refiere al plan o estrategia que se debe seguir para conseguir los objetivos planteados. Para los estudios de fitoplancton y zooplancton que actúan como bioindicadores de calidad de agua, comprendió las siguientes fases:

Figura 2

Esquema de planteamiento de diseño de investigación



3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el estudio se utilizó el muestreo no probabilístico del tipo crítico o por juicio, considerando los siguientes criterios:

✓ **Influencia Antrópica**

Relacionando con el uso del agua de la laguna (restaurant y comercios en Puerto Callao y cercanía a centro poblado de San Francisco).

✓ **Fuentes de ingreso de agua**

Se tomaron en cuenta los puntos de entrada de agua hacia la laguna, por influencia del río Ucayali y caño Cashibococha.

Tabla 1

Características descriptivas de las estaciones de muestreo en la laguna de Yarinacocha

| Estación | Características |
|----------|---|
| YA-1 | Poca influencia antrópica, entrada de agua del río Ucayali |
| YA-2 | Puerto Callao, gran influencia antrópica por actividades de comercio, turismo y transporte (población urbana) |
| YA-3 | Poca influencia antrópica, entrada de agua del caño de Cashibococha |
| YA-4 | Frente a la CCNN de San Francisco (población rural) |

Se realizaron 24 muestreos, distribuidos en 4 estaciones de muestreo, por un periodo de 6 años (2015 al 2020).

Tabla 2

Detalle del total de muestreos por estaciones en la laguna de Yarinacocha

| Fecha | Estación | Estación | Estación | Estación |
|------------|----------|----------|----------|----------|
| 10/10/2015 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |
| 16/10/2016 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |
| 27/10/2017 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |
| 14/10/2018 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |
| 26/10/2019 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |
| 30/10/2020 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |

Ubicación de las estaciones de muestreo

Los puntos de georeferenciación y lectura en unidades UTM se realizaron con un GPS marca Garmin, modelo Oregon 650.

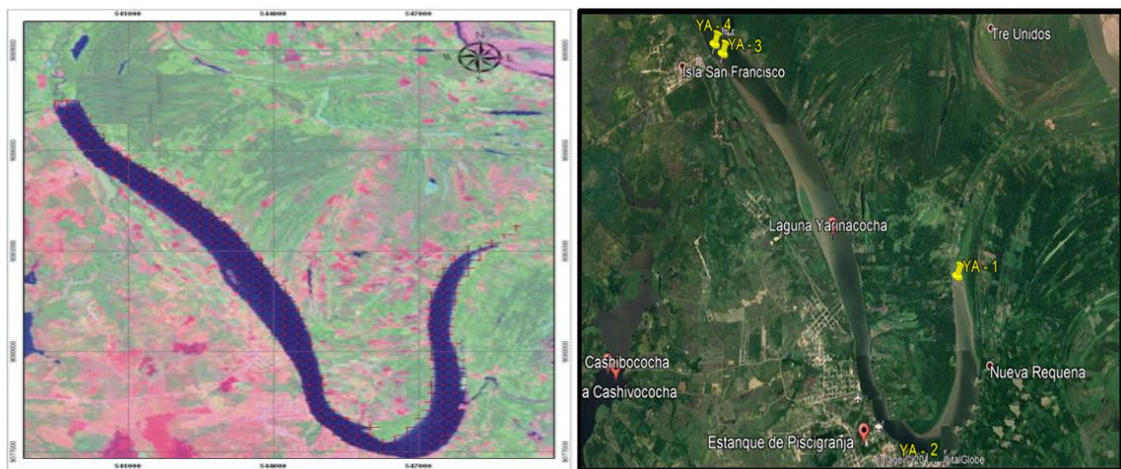
Tabla 3

Ubicación de las cuatro estaciones de muestreo en la laguna de Yarinacocha

| Estación | Coordenadas geográficas |
|----------|--------------------------------|
| YA-1 | 8°19'09.08" S – 74°34'15.53" O |
| YA-2 | 8°21'01.76" S – 74°34'24.51" O |
| YA-3 | 8°16'24.53" S – 74°37'54.17" O |
| YA-4 | 8°16'17.20" S – 74°38'02.19" O |

Figura 3

Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo



Nota: Adaptado del googlemaps. De [Región Ucayali], de Google Earth, (s.f.). Consultado el 26 de enero del 2023.
<https://www.google.com/maps/search/laguna+de+yarinacocha+pucallpa/@-8.2866601,-74.9363848,10z/data=!3m1!4b1?entry=ttu>

3.5. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. *Etapas del trabajo*

3.5.1.1. Trabajo de campo

Para realizar el trabajo se coordinó el préstamo de equipos y materiales al Produce Ucayali y al Laboratorio NATURA ANALÍTICA S.A.C., posterior se programaron las salidas con el alquiler de botes de motor peque peque, para nuestro desplazamiento y ubicación en la laguna, procediendo luego a realizar las tomas de muestras, obteniendo los datos in situ de los parámetros físicos (Temperatura y transparencia) y químicos (oxígeno, pH y nutrientes).

3.5.1.2. Trabajo de laboratorio

Las muestras biológicas fueron colectadas y colocadas en cajas de tecnoport teniendo en consideración la cadena de custodia y conservación, y luego fueron analizadas (identificación y conteo de fitoplancton y zooplancton), en las instalaciones del laboratorio Natura Analitica S.A.C.

3.5.1.3. Trabajo de gabinete

Aquí se llevaron a cabo las acciones que se detallan en el ítem 3.6 sobre técnicas de procesamiento y presentación de datos.

3.5.2. *Descripción de instrumentos*

3.5.2.1. Instrumentos de recolección de datos de parámetros biológicos

Se analizó y evaluó los organismos en base a:

Tabla 4

Indicadores evaluados y escala de medición empleado para los parámetros biológicos

| INDICADORES EVALUADOS | ESCALA DE MEDICIÓN | |
|-----------------------|--------------------|---------------------------|
| Comunidades | Nominal | Grupos taxonómicos |
| Abundancia | | Individuo/cm ³ |
| Características | | Color, forma, estructuras |

Se empleó los instrumentos y protocolos detallados en los anexos 4, 5 y 6, además de las claves taxonómicas de Ramírez (2000) y Fernández (2004), para la identificación del plancton.

3.5.2.2. Instrumentos de recolección de datos de parámetros físicos y químicos.

Para medir los parámetros físicos y químicos se utilizó los instrumentos y protocolos detallados en los anexos 7, 8, 9 y 10.

Tabla 5

Indicadores evaluados y escala de medición empleado para los parámetros físicos y químicos.

| PARÁMETROS EVALUADOS | | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN | |
|----------------------|----------------------------------|---|---|--|
| Físicos | Luz | Identifica la influencia de la luz en el crecimiento poblacional de los organismos autótrofos. | Profundidad de visibilidad del agua desde la superficie (m) | |
| | Temperatura | Analiza y evalúa la relación entre la temperatura y la velocidad de crecimiento exponencial. | °C | |
| Químicos | Oxígeno | Determina como las altas concentraciones de oxígeno pueden inhibir la fijación de carbono. | De intervalo mg. L ⁻¹ | |
| | pH | Identifica el rango óptimo de pH para el crecimiento del fitoplancton | | (0-14) |
| | Nutrientes (nitratos y fosfatos) | Determina el desarrollo equilibrado de las especies, al haber un exceso o déficit, otorgándoles características diferenciales que permiten indicar la condición del cuerpo de agua. | | Nitratos: mg. L ⁻¹ (ppm) Fosfatos: mg. L ⁻¹ (ppm) |

3.5.3 Procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos de trabajo fueron validados por expertos, cuyos documentos y juicios emitidos se aprecian en las fichas de los anexos 1, 2 y 3.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos se almacenaron y procesaron en el programa Excel 2010, para caracterizar las estaciones de muestreo y su comportamiento anual durante el periodo de estudio. Los resultados de número de individuos (N), riqueza de especies (S) y los índices de diversidad de Simpson, Margalef y de Shannon-Weiner se presentan en tablas y gráficos haciendo uso de las fórmulas en el programa Excel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. DATOS DE CAMPO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

Tabla 6

Resultados obtenidos de los parámetros físicos (temperatura y transparencia) y químicos (oxígeno y pH) de la laguna de Yarinacocha

| PARÁMETRO Fecha\Estación | Oxígeno (mg.L ⁻¹) | | | | Temperatura (°C) | | | | pH | | | | Transparencia (m) | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|------|------|------|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
| | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |
| 10/10/2015 | 6.60 | 5.50 | 6.90 | 6.30 | 31.20 | 31.10 | 30.40 | 30.40 | 8.10 | 8.30 | 8.30 | 8.00 | 0.43 | 0.77 | 0.53 | 0.25 |
| 16/10/2016 | 6.40 | 3.60 | 5.10 | 3.70 | 29.10 | 29.70 | 29.60 | 29.60 | 7.80 | 7.00 | 7.80 | 7.80 | 0.69 | 0.51 | 0.73 | 0.66 |
| 27/10/2017 | 6.20 | 3.40 | 5.00 | 4.50 | 28.00 | 28.00 | 27.80 | 27.70 | 7.80 | 4.80 | 6.50 | 6.20 | 1.50 | 0.50 | 1.20 | 0.80 |
| 14/10/2018 | 5.20 | 4.60 | 4.60 | 3.60 | 29.50 | 29.70 | 28.90 | 28.80 | 7.90 | 6.50 | 7.82 | 7.51 | 0.50 | 0.40 | 0.50 | 0.40 |
| 26/10/2019 | 5.20 | 4.60 | 4.60 | 3.60 | 29.20 | 29.20 | 29.00 | 28.90 | 7.90 | 6.50 | 7.82 | 7.51 | 0.50 | 0.35 | 0.50 | 0.40 |
| 30/10/2020 | 5.20 | 5.20 | 5.50 | 5.20 | 29.50 | 29.50 | 29.10 | 28.80 | 7.90 | 7.30 | 7.85 | 7.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

Fuente: Compilado de resultados de análisis NATURA ANALÍTICA S.A.C

Tabla 7

Resultados obtenidos del recuento y biodiversidad de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha

| Plancton | División | Especie | Recuento de fitoplancton y zooplancton ($\times 10^4$ ind.ml $^{-1}$) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|----------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | YA-1 | | | | | | YA-2 | | | | | | YA-3 | | | | | | YA-4 | | | | | |
| | | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| FITO | Euglenophyta | <i>Euglena spirogyra</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | <i>Euglena sp.</i> | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | <i>Euglena viridis</i> | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | <i>Trachelomona pusilla</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | <i>Trachelomona superba</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | <i>Trachelomona volvocina</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Ciano-phyta | <i>Chroococcus turgidus</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | <i>Chlamydomonas reinhardtta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Chloro-phyta | <i>Chlorella sp.</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | <i>Chlorella vulgaris</i> | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| <i>Pandorina sp.</i> | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| ZOO | Rotíferos | <i>Keratella valga</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| Número de individuos (N) | | | 10 | 7 | 5 | 6 | 8 | 7 | 11 | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 7 | 2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 2 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| Riqueza de especies (S) | | | 7 | 6 | 5 | 4 | 6 | 5 | 9 | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 2 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| Margalef | | | 2.61 | 2.57 | 2.49 | 1.67 | 2.40 | 2.06 | 3.34 | 2.49 | 2.79 | 2.16 | 2.49 | 2.49 | 2.06 | 1.44 | 1.44 | 1.82 | 2.16 | 2.79 | 3.04 | 1.44 | 1.44 | 1.82 | 2.16 | 3.08 |
| Simpson (dominancia) | | | 0.18 | 0.18 | 0.20 | 0.28 | 0.19 | 0.22 | 0.12 | 0.20 | 0.17 | 0.25 | 0.20 | 0.20 | 0.22 | 0.50 | 0.50 | 0.33 | 0.25 | 0.17 | 0.14 | 0.50 | 0.50 | 0.33 | 0.25 | 0.14 |
| Simpson (diversidad) | | | 0.82 | 0.82 | 0.80 | 0.72 | 0.81 | 0.78 | 0.88 | 0.80 | 0.83 | 0.75 | 0.80 | 0.80 | 0.78 | 0.50 | 0.50 | 0.67 | 0.75 | 0.83 | 0.86 | 0.50 | 0.50 | 0.67 | 0.75 | 0.86 |
| Shannon-Weiner (bit. ind$^{-1}$) | | | 1.83 | 1.75 | 1.61 | 1.33 | 1.73 | 1.55 | 2.15 | 1.61 | 1.79 | 1.39 | 1.61 | 1.61 | 1.55 | 0.69 | 0.69 | 1.10 | 1.39 | 1.79 | 2.03 | 0.69 | 0.69 | 1.10 | 1.39 | 1.95 |

Tabla 8

Recuento de las divisiones fitoplanctónicas y zooplanctónicas en la laguna de Yarinacocha

| Plancton | División | Recuento de fitoplancton y zooplancton ($\times 10^4 \text{ ind. ml}^{-1}$) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2015 | | | | 2016 | | | | 2017 | | | | 2018 | | | | 2019 | | | | 2020 | | | |
| | | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |
| FITO | Euglenophyta | 2 | 6 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4 | 2 | 0 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Cianophyta | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Chlorophyta | 7 | 4 | 6 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| ZOO | Rotíferos | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | | 10 | 11 | 7 | 10 | 7 | 5 | 2 | 2 | 5 | 6 | 2 | 2 | 6 | 4 | 3 | 3 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 5 | 6 | 7 |

Tabla 9

Resultados obtenidos de fosfatos y nitratos en la laguna de Yarinacocha

| NUTRIENTES | Fecha\Estación | Nitratos (mg.L^{-1}) | | | | Fosfatos ($^{\circ}\text{C}$) | | | |
|------------|----------------|---------------------------------|------|------|------|---------------------------------|------|------|------|
| | | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 |
| | 10/10/2015 | 0.10 | 0.40 | 0.10 | 0.10 | 0.15 | 0.12 | 0.07 | 0.10 |
| | 16/10/2016 | 0.10 | 0.40 | 0.10 | 0.10 | 0.15 | 0.12 | 0.08 | 0.10 |
| | 27/10/2017 | 0.10 | 0.40 | 0.10 | 0.10 | 0.16 | 0.12 | 0.08 | 0.10 |
| | 14/10/2018 | 0.10 | 0.40 | 0.10 | 0.10 | 0.16 | 0.12 | 0.07 | 0.10 |
| | 26/10/2019 | 0.10 | 0.40 | 0.10 | 0.10 | 0.13 | 0.12 | 0.07 | 0.10 |
| | 30/10/2020 | 0.10 | 0.20 | 0.40 | 0.20 | 0.08 | 0.08 | 0.12 | 0.07 |

Fuente: Compilado de resultados de análisis NATURA ANALÍTICA S.A.C

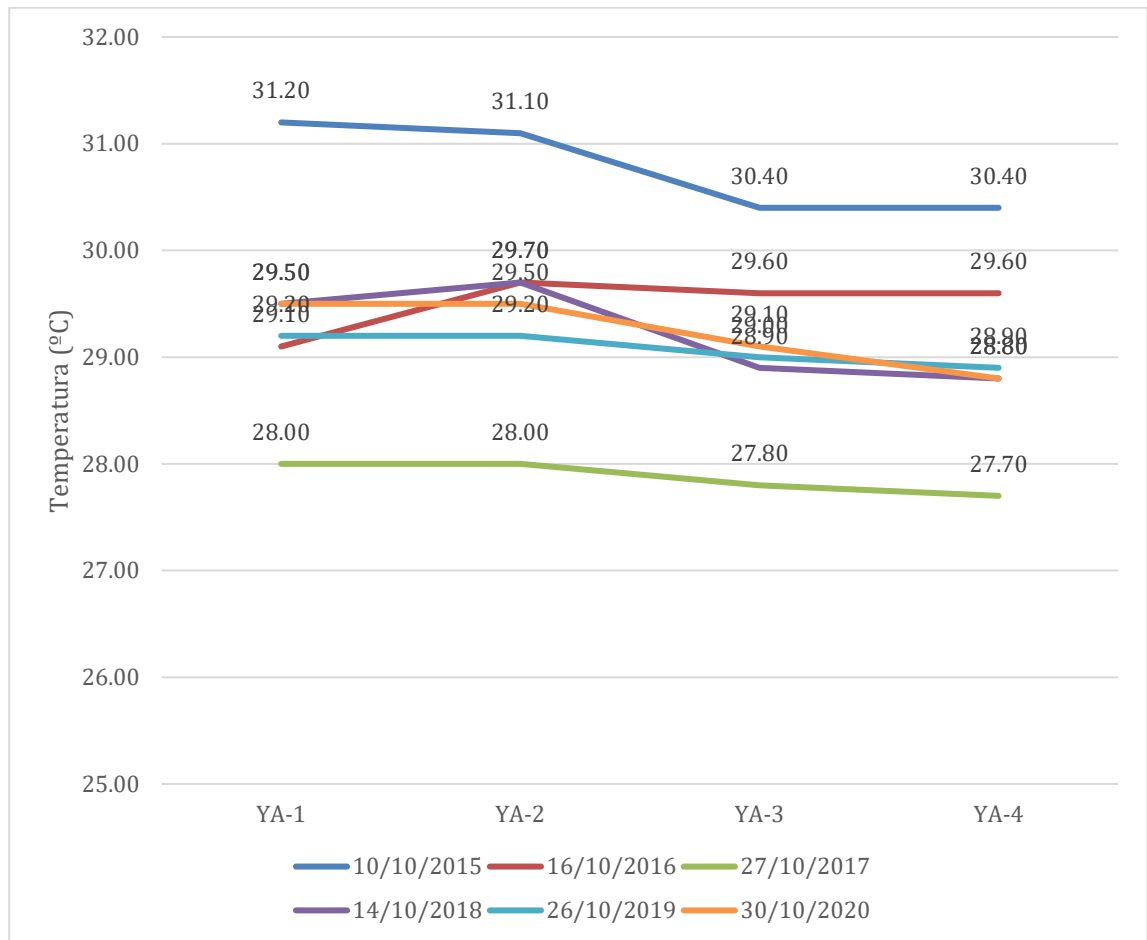
4.2. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA

4.2.1. La temperatura del agua

En el año 2015, se registran las temperaturas más altas, con valores entre 30.4°C a 31.2°C , los que en el 2016 disminuyeron a valores entre 29.1°C y 29.6°C . Cabe destacar, que en el año 2017 se registran los valores de temperatura más bajos entre 27.7°C y 28.0°C . Incrementándose en los años 2018, 2019 y 2020, observándose similitud de resultados en los años 2018 y 2020.

Figura 4

Resultados obtenidos de temperatura en la laguna de Yarinacocha

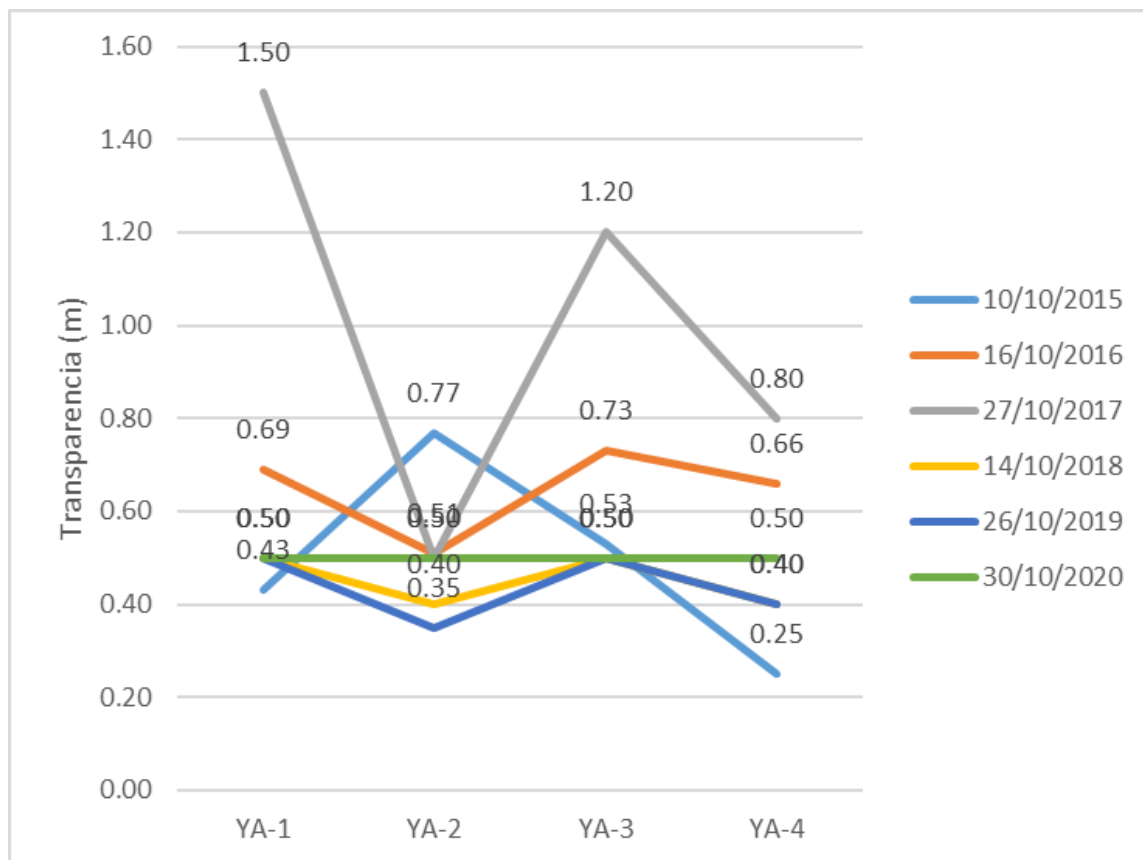


4.2.2. La transparencia del agua

Los registros del año 2015 evidencian en la YA-2 una alta transparencia a diferencia de las otras estaciones, en el año 2016, esta situación se revierte siendo YA-2 la estación agua con menos transparencia incrementándose en las otras estaciones. En el año 2017, se evidencian valores muy altos de transparencia a excepción de YA-2 que mantiene los mismos valores que del año anterior. Los años 2018, 2019 y 2020 muestran condiciones similares con un ligero incremento en la YA-2 y YA-4, en el 2020

Figura 5

Resultados obtenidos de transparencia en la laguna de Yarinacocha



4.3. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA

4.3.1. Concentración de oxígeno del agua

El comportamiento temporal de los valores de oxígeno promedio por año muestra una tendencia general a disminuir desde el año 2015 al 2020. Los mayores valores de oxígeno en todos los puntos de muestreo se obtuvieron en el año 2015 y luego se registraron periodos de aumento y disminución del nivel de oxígeno en todo el periodo de evaluación. El primer periodo de disminución se produce entre el año 2015 al 2016 cuando disminuye los valores de 6,3 a 4,7 mg. L⁻¹ de oxígeno y luego se interrumpe la tendencia en el año 2017 donde se observa un ligero aumento (4,8 mg. L⁻¹) y nuevamente ocurre un periodo de disminución de los valores entre los años 2018 y 2019 cuando disminuyen hasta 4,5 mg. L⁻¹ y finalmente volver a subir el año 2020 a 5,3 mg. L⁻¹.

Tabla 10

Resultados obtenidos del parámetro de oxígeno en la laguna de Yarinacocha

| PARÁMETRO Fecha\Estación | Oxígeno (mg.L ⁻¹) | | | | PROMEDIO | DESV. STAD |
|-----------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|----------|---------------|
| | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | | |
| 2015 | 6.6 | 5.5 | 6.9 | 6.3 | 6.3 | 0.602 |
| 2016 | 6.4 | 3.6 | 5.1 | 3.7 | 4.7 | 1.324 |
| 2017 | 6.2 | 3.4 | 5.0 | 4.5 | 4.8 | 1.162 |
| 2018 | 5.2 | 4.6 | 4.6 | 3.6 | 4.5 | 0.663 |
| 2019 | 5.2 | 4.6 | 4.6 | 3.6 | 4.5 | 0.663 |
| 2020 | 5.2 | 5.2 | 5.5 | 5.2 | 5.3 | 0.150 |
| PROMEDIO | 5.8 | 4.5 | 5.3 | 4.5 | | |
| DESV. STAD | 0.669 | 0.840 | 0.861 | 1.094 | | |

La variación de los valores de oxígeno en la laguna en términos de desviación estándar, también tiene diferentes comportamientos, hay una mayor variabilidad de los datos entre las estaciones de muestreo en los años 2016 (1.324) y 2017 (1.162). A partir del año 2018 los valores de variabilidad van disminuyendo paulatinamente los valores de todas las estaciones hasta llegar al año 2020 con el menor valor de variabilidad (0.150), es decir hay un efecto de un aumento de la homogeneidad en este parámetro en toda la laguna.

Con respecto al comportamiento de este parámetro en cada estación de muestreo, en la estación YA-1 (punto de entrada de agua a la laguna) en promedio tiene los mayores valores de concentración de oxígeno durante los seis años de evaluación, las estaciones YA-2 (Puerto Callao) y YA-4 (Frente a la CCNN. San Francisco) mostraron los promedios más bajos en todo el periodo de evaluación. La variabilidad de los datos por cada estación en términos de desviación estándar, la estación YA-4 muestra la mayor variabilidad (1.094) entre los datos de los seis años. La estación con menor variabilidad o mayor homogeneidad de los datos se observa en la estación YA-1 (0.669).

Figura 6

Tendencia temporal del oxígeno en la laguna de Yarinacocha

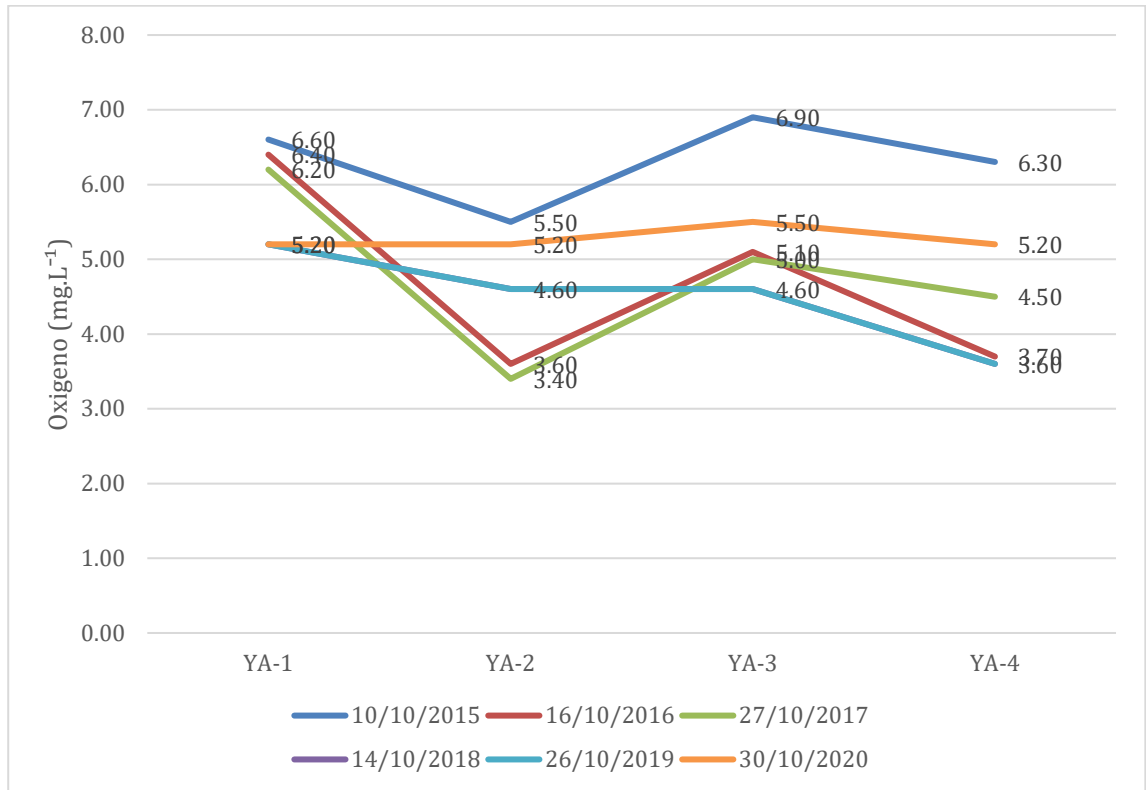
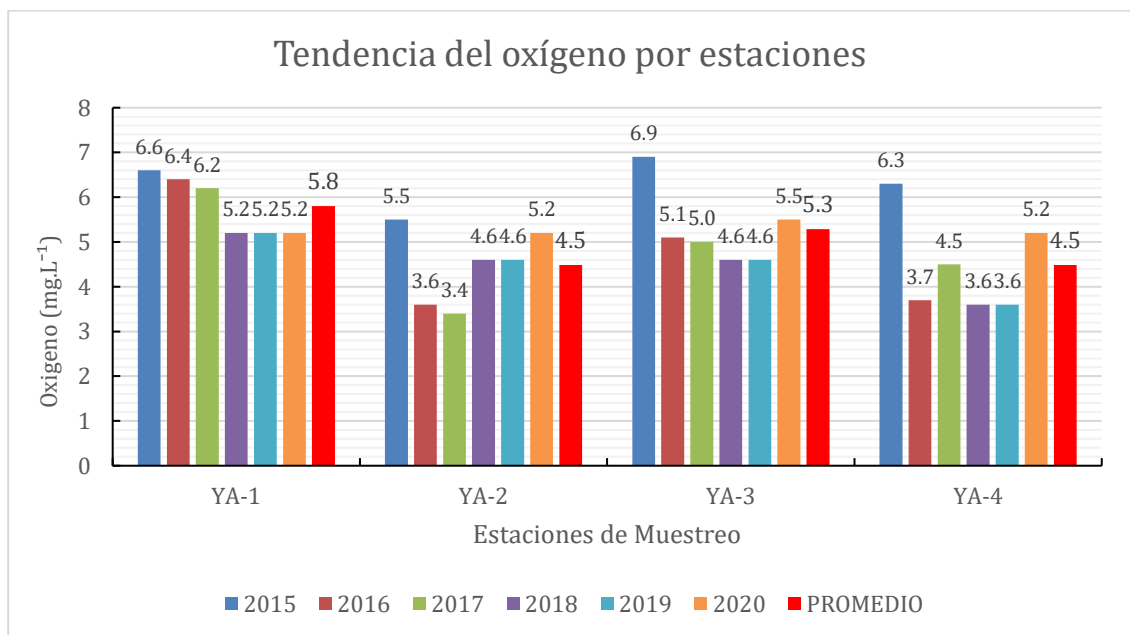


Figura 7

Tendencia temporal del oxígeno en cada una de las estaciones de muestreo en la laguna de Yarinacocha



4.3.2. Niveles de ph del agua

El comportamiento temporal de los valores de Ph. del agua en promedio por año muestra una tendencia general a disminuir desde el año 2015 al 2020. Los mayores valores promedio de alcalinidad en todos los puntos de muestreo se obtuvieron en el año 2015 (8,2 de Ph.) y luego se registraron un periodo de disminución de la alcalinidad hasta el año 2017 (baja hasta 6,3 de Ph. el único año con valores de acidez). Luego la tendencia se interrumpe el año 2018 y se observa un aumento de la alcalinidad (7.4 de Ph.) y es tendencia se mantiene hasta el año 2020 con valores de 7.6 de Ph. en promedio en todas las estaciones.

Tabla 11

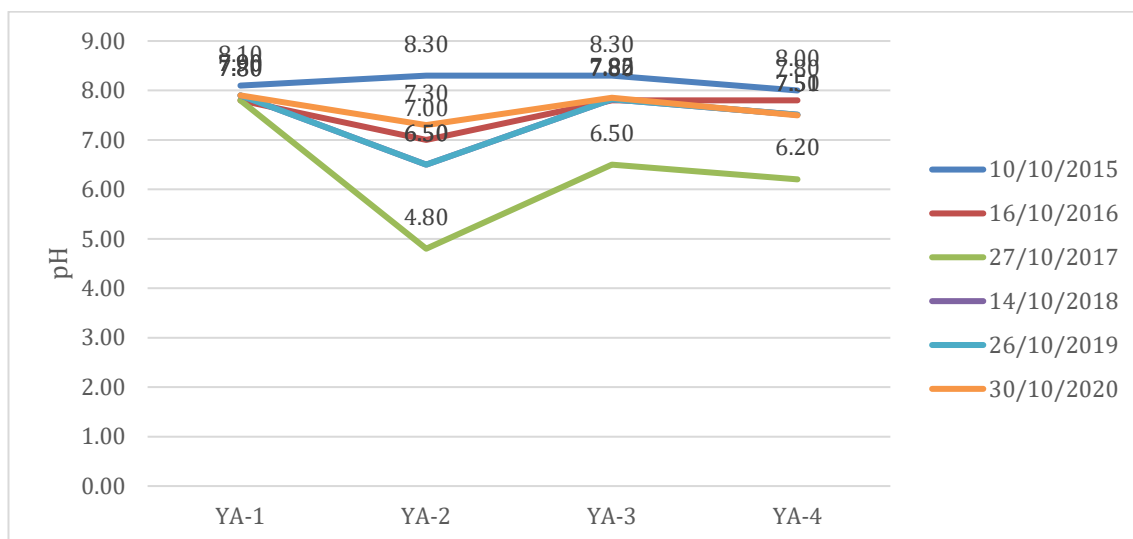
Valores promedio y la desviación estándar del parámetro de Ph. en la laguna de Yarinacocha

| PARÁMETRO Fecha\Estación | pH | | | | PROMEDIO | DESV. STAD |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|------------|
| | YA-1 | YA-2 | YA-3 | YA-4 | | |
| 2015 | 8.1 | 8.3 | 8.3 | 8.0 | 8.2 | 0.150 |
| 2016 | 7.8 | 7.0 | 7.8 | 7.8 | 7.6 | 0.400 |
| 2017 | 7.8 | 4.8 | 6.5 | 6.2 | 6.3 | 1.231 |
| 2018 | 7.9 | 6.5 | 7.82 | 7.51 | 7.4 | 0.644 |
| 2019 | 7.9 | 6.5 | 7.82 | 7.51 | 7.4 | 0.644 |
| 2020 | 7.9 | 7.3 | 7.85 | 7.5 | 7.6 | 0.287 |
| PROMEDIO | 7.9 | 6.7 | 7.7 | 7.4 | | |
| DESV. STAD | 0.110 | 1.157 | 0.610 | 0.631 | | |

La variación de los valores de Ph. por años en la laguna en términos de desviación estándar, también tiene diferentes comportamientos, se observó mayor variabilidad de los datos el año 2017, y los valores más homogéneos se obtuvieron el año 2015 y 2020. La variabilidad en todo el periodo de evaluación se observó una tendencia de disminución de la variabilidad de los datos de Ph. haciéndose más homogéneo en toda la laguna.

Figura 8

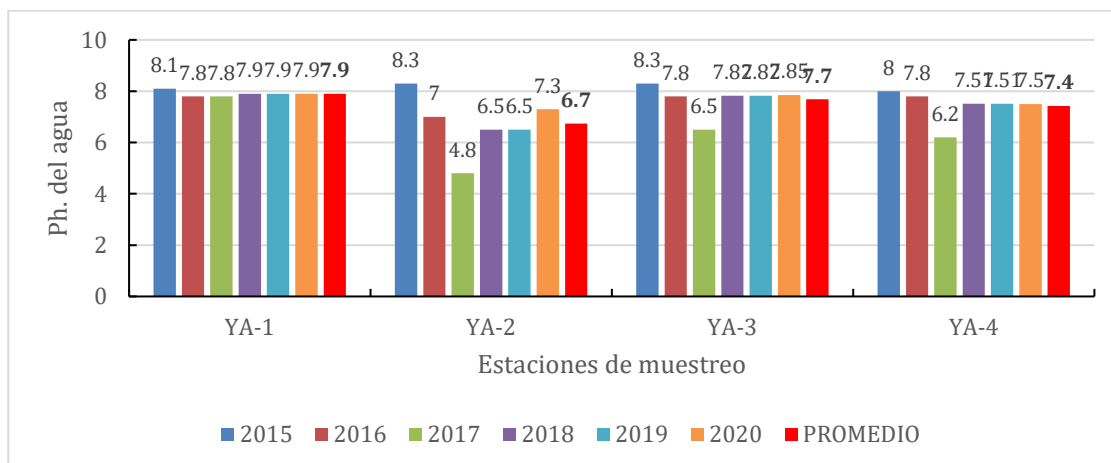
Tendencia temporal del pH en todo el periodo de evaluación por estaciones de muestreo en la laguna de Yarínacocha



Con respecto al comportamiento de este parámetro en cada estación de muestreo, en la estación YA-2 (Puerto Callao) se obtuvo el menor valor del pH, o el mayor nivel de acidez del agua llegando a 4.8 en el año 2017. La variabilidad de los datos por cada estación en términos de desviación estándar, la estación YA-1 muestra la mayor homogeneidad en los datos durante todo el periodo de evaluación (desviación estándar de 0.110) entre los datos de los seis años. La estación con mayor variabilidad de los datos se observa en la estación YA-2 (1.157) que corresponde a la estación de Puerto Callao.

Figura 9

Resultados obtenidos de pH en la laguna de Yarínacocha por estación de muestreo

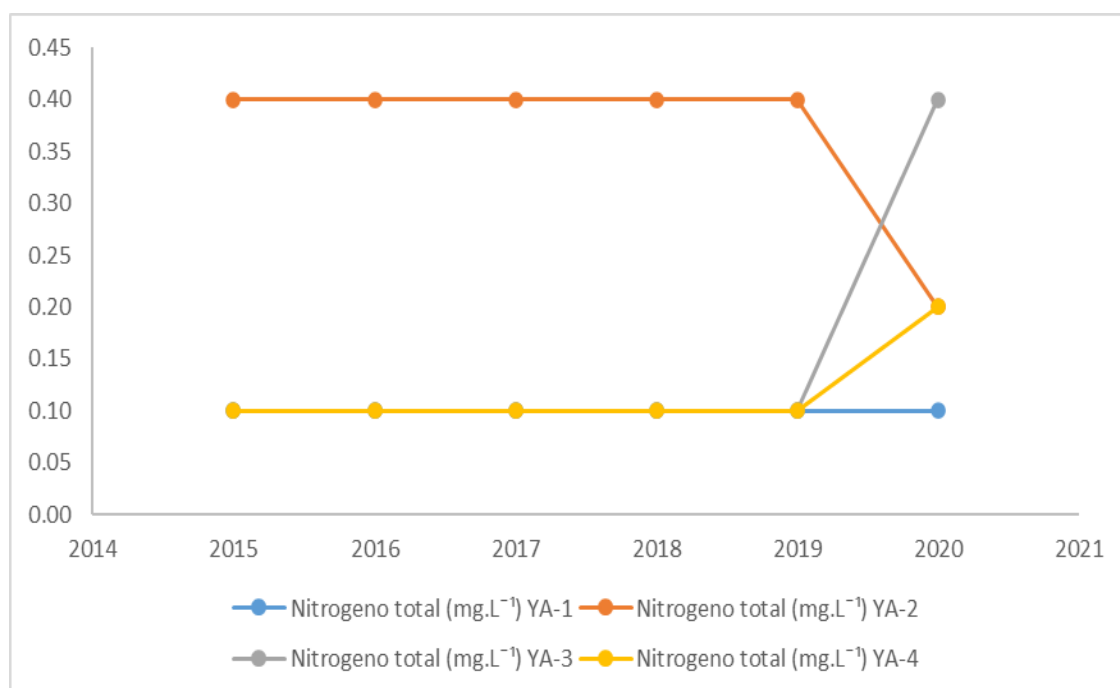


4.3.3. Niveles de nitrógeno y fosforo del agua

El nitrógeno total en todas las estaciones mantuvo sus valores constantes, presentando diferencias en el último año de estudio (2020), en donde las estaciones YA-2, YA-3 y YA-4, evidenciaron diferencias, tales como: YA-2 disminuyó a la mitad sus valores, YA-3 cuadruplicó sus valores y YA-4 duplicó. Cabe considerar, que solo la estación YA-2 se encuentra por encima de los valores estándares establecidos en el Eca Agua 2015, Categoría 4-E1: lagunas y lagos, siendo este es el $0,315\text{mg.L}^{-1}$ (Decreto Supremo N°-015-2015-MINAM)

Figura 10

Resultados obtenidos de nitrógeno total en la laguna de Yarinacocha

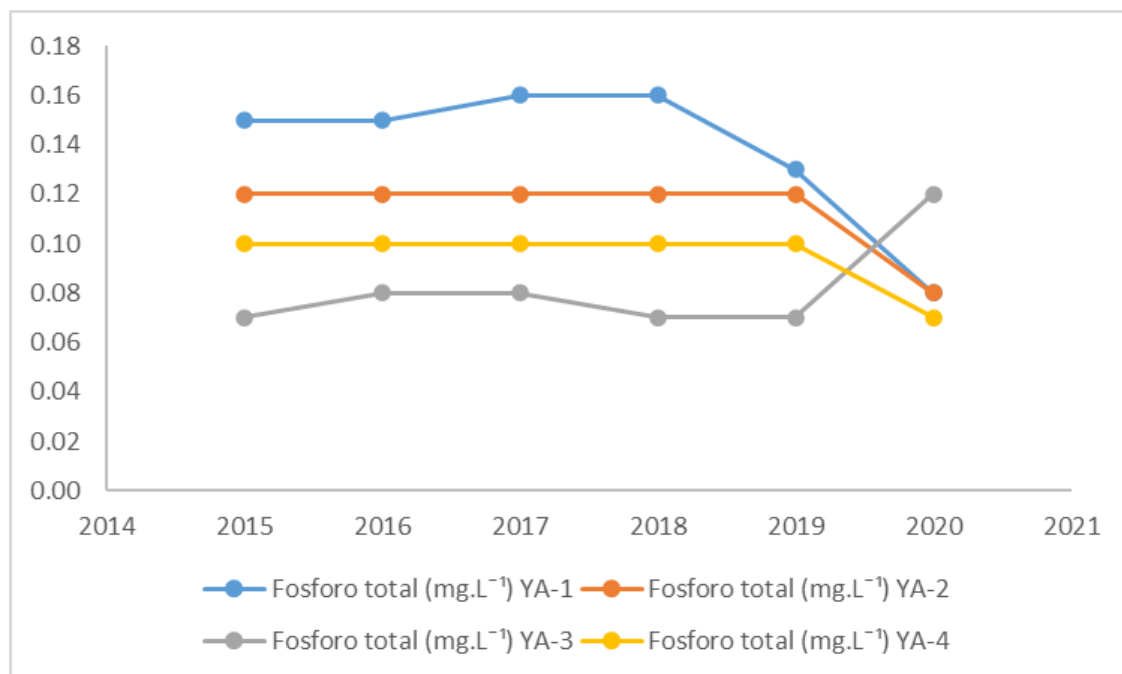


El fósforo total mantuvo sus valores similares y constantes en cada una de las estaciones, presentando diferencias en el último año de estudio (2020), en donde las estaciones YA-1, YA-2 y YA-4, disminuyeron sus valores y solo YA-3 incrementó sus valores. Cabe considerar, que todas las estaciones registran sus valores por encima de los valores estándares establecidos en el Eca Agua

2015, Categoría 4-E1: lagunas y lagos, siendo este es el 0,035mg.L⁻¹ (Decreto Supremo N°-015-2015-MINAM)

Figura 11

Resultados obtenidos de fósforo total en la laguna de Yarinacocha



4.4. PARÁMETROS BIOLÓGICOS DEL AGUA

4.4.1. Número de individuos y riqueza del fitoplancton y zooplancton.

La estación que registra mayor número de individuos y riqueza de especies es la YA-2, siendo la estación YA-3 la de menor número de individuos y riqueza de especies.

En el año 2015, todas las estaciones registran un mayor número de individuos y riqueza de especies los cuales fueron disminuyendo en los años 2016, 2017 y 2018 e incrementar de forma leve en el 2019.

En el año 2020, la estación YA-1, registra una disminución en el número de individuos y riqueza de especies, siendo el comportamiento contrario en las estaciones YA-3 y YA-4, las que se incrementaron, y YA-2 se mantuvo constante.

Figura 12

Resultados obtenidos del número de individuos de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha

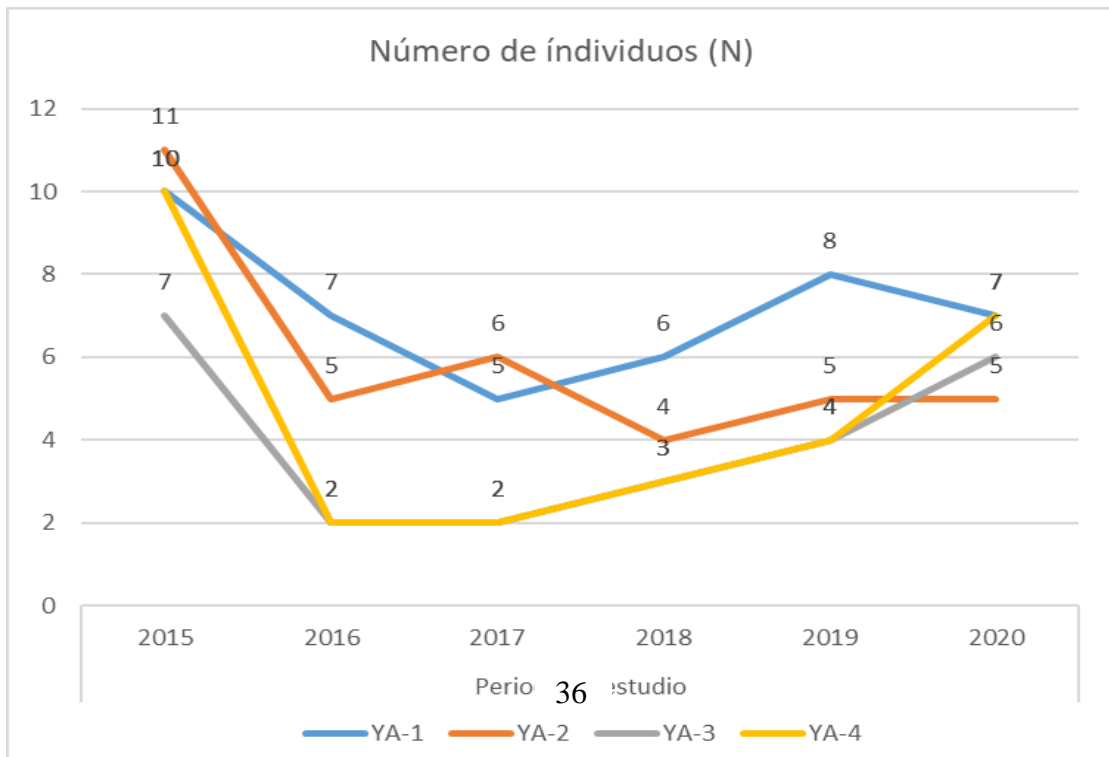
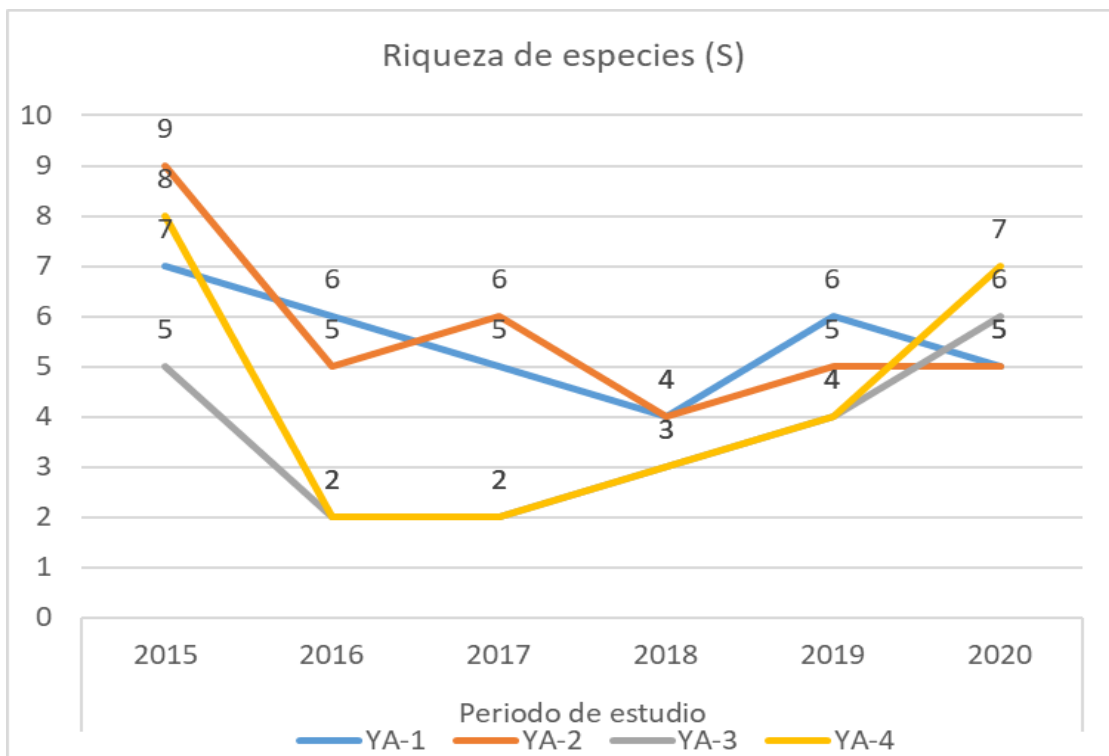


Figura 13

Resultados obtenidos de la riqueza de especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha



4.4.2. Presencia de las divisiones fitoplanctónicas y zooplanctónicas

La presencia de divisiones de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha son las siguientes:

a) Chlorophytas:

Las estaciones YA-3 y YA-4 presenta mayor presencia de esta división, siendo las especies más representativas: ***Chlorella vulgaris***, ***Chlorella*** sp., ***Scenedesmus quadricauda*** y ***Pandorina*** sp. y con menor presencia ***Chlamydomonas reinhardtii***. Durante el 2017 y 2018, disminuyó el número de especies, presentándose sólo ***Chlorella vulgaris*** y ***Chlorella*** sp

b) Cianophytas:

Sólo hay presencia en la estación YA-1 en los años 2015 y 2019, siendo la especie identificada ***Choococcus turgidus***.

c) Euglenophytas:

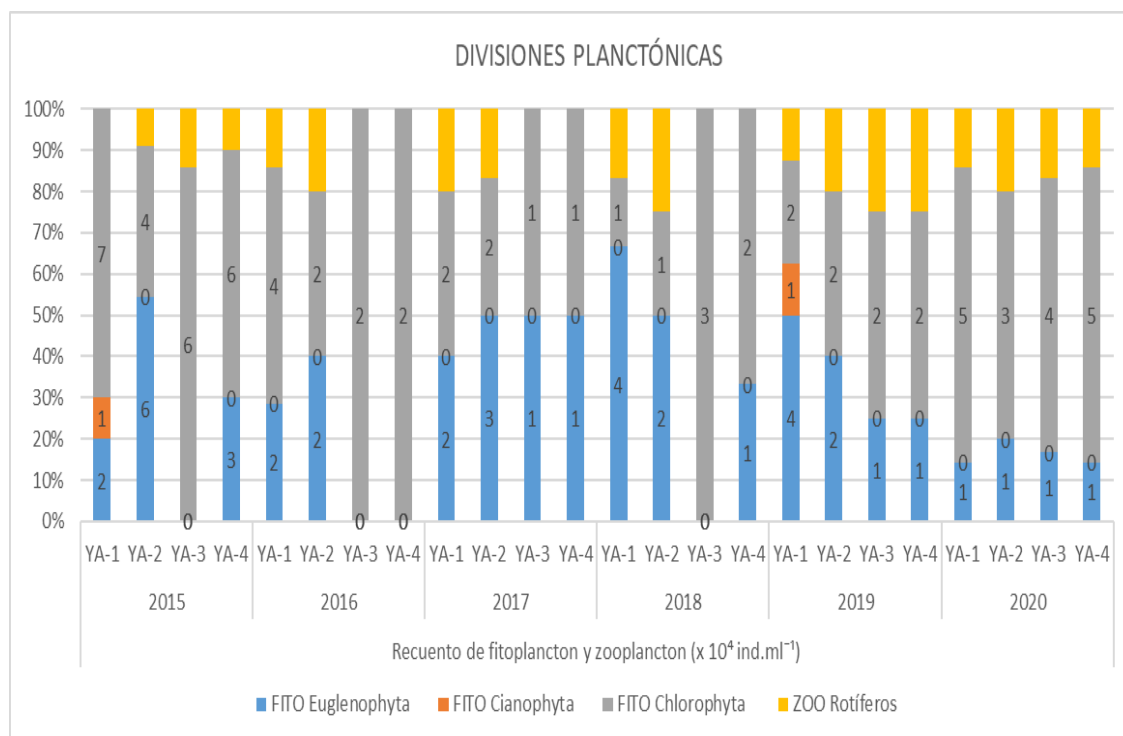
Se evidencia mayor presencia en las estaciones con influencia antrópica (YA-1, YA-2 y YA-4), con mayores incidencias con respecto al total de individuos en el periodo del 2015 al 2019, siendo las especies más representativas ***Euglena viridis***, ***Euglena*** sp. y en menor presencia ***Euglena spirogyra***, solo en el año 2015 en las estaciones YA-1 y YA-2, ***Trachelomona pusilla***, ***Trachelomona superba*** y ***Trachelomona volvocina*** presentes solo en la estación YA-2 durante el 2017 y ***Trachelomona superba***, ***Trachelomona volvocina*** solo en la estación YA-4 durante el 2015.

d) Rotíferos:

No se evidencia presencia de rotíferos en la estación YA-1 en el año 2015 y durante el periodo del 2016 al 2018 en las estaciones YA-3 y YA-4.

Figura 14

Presencia de las divisiones fitoplanctónicas y zooplanctónicas en la laguna de Yarinacochoa



4.4.3. Índice de simpson de especies de fitoplancton y zooplancton

Los resultados obtenidos del índice de Simpson nos muestran valores de 0 a 1 que miden la dominancia de las especies, a menor dominancia, mayor diversidad, a mayor dominancia menor diversidad. Tal y como se aprecia en las estaciones YA-3 y YA-4, en donde se observa que se aprecia mayor dominancia que en relación al gráfico de divisiones planctónicas nos indica dominancia de la división Chlorophyta en estas estaciones y en las otras dos estaciones (YA-1 y YA-2) presentan mayor diversidad por la presencia de las divisiones fitoplanctónicas de Chlorophyta, Cianophyta y Euglenophyta y los rotíferos como zooplanctónicos.

Figura 15

Resultados obtenidos del índice de Simpson “diversidad” de especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha

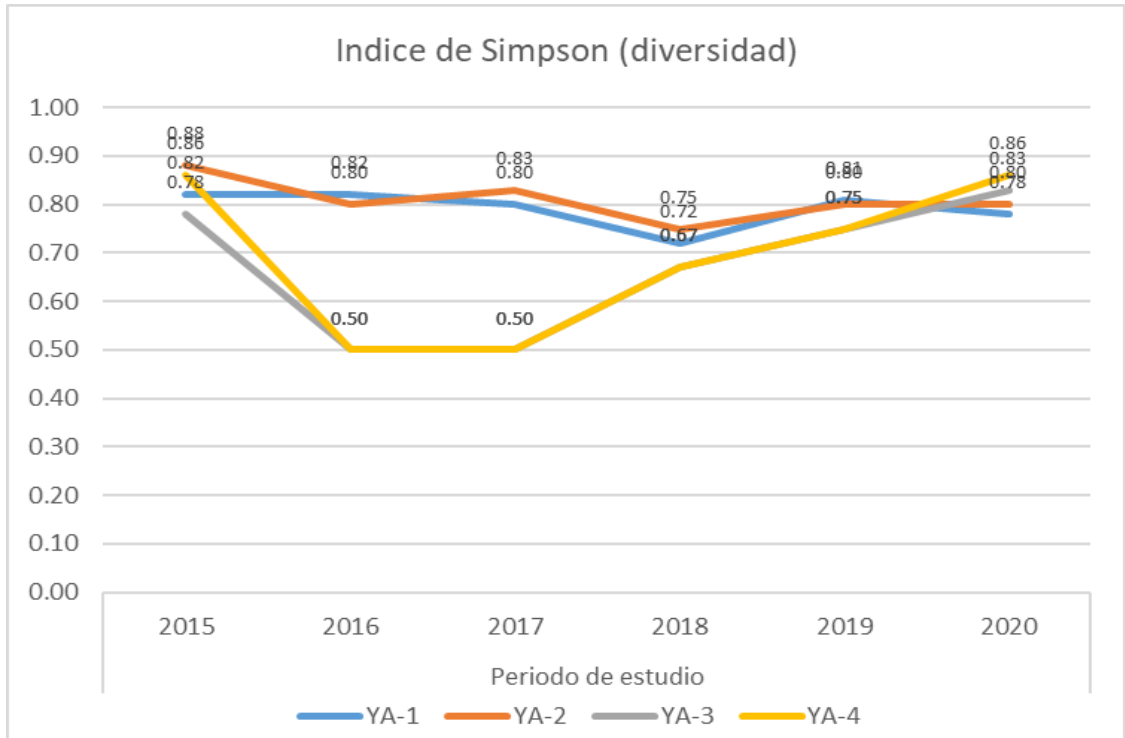
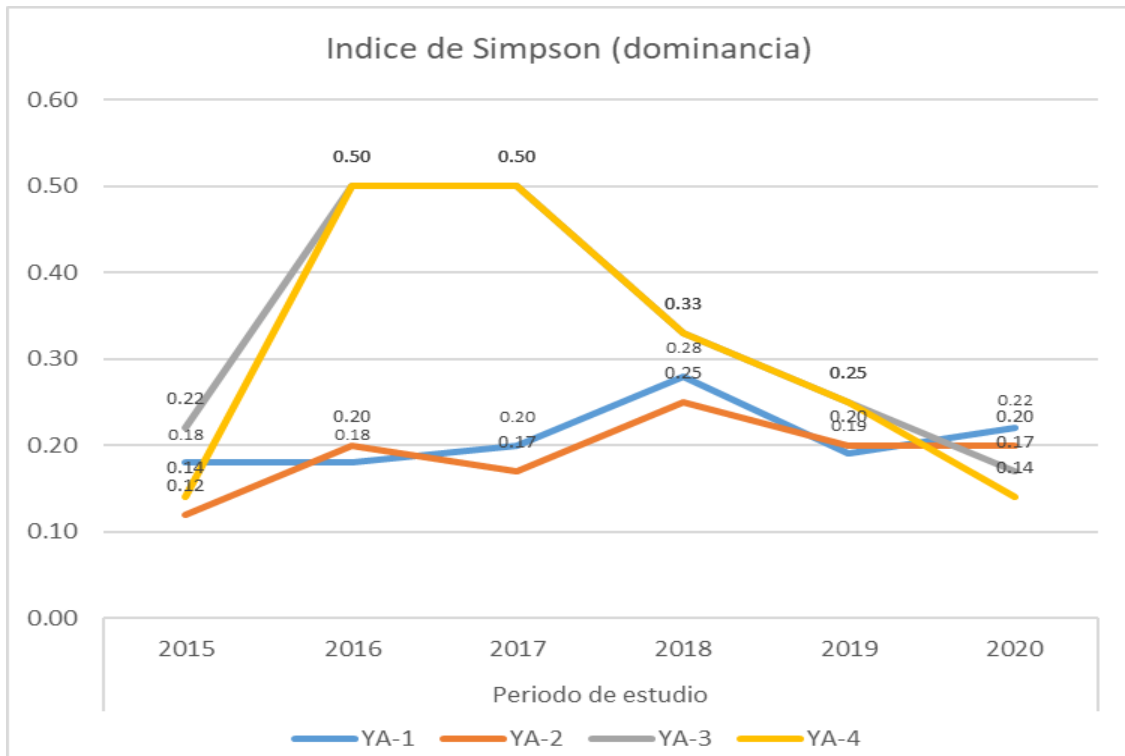


Figura 16

Resultados obtenidos del índice de Simpson “dominancia” de especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha

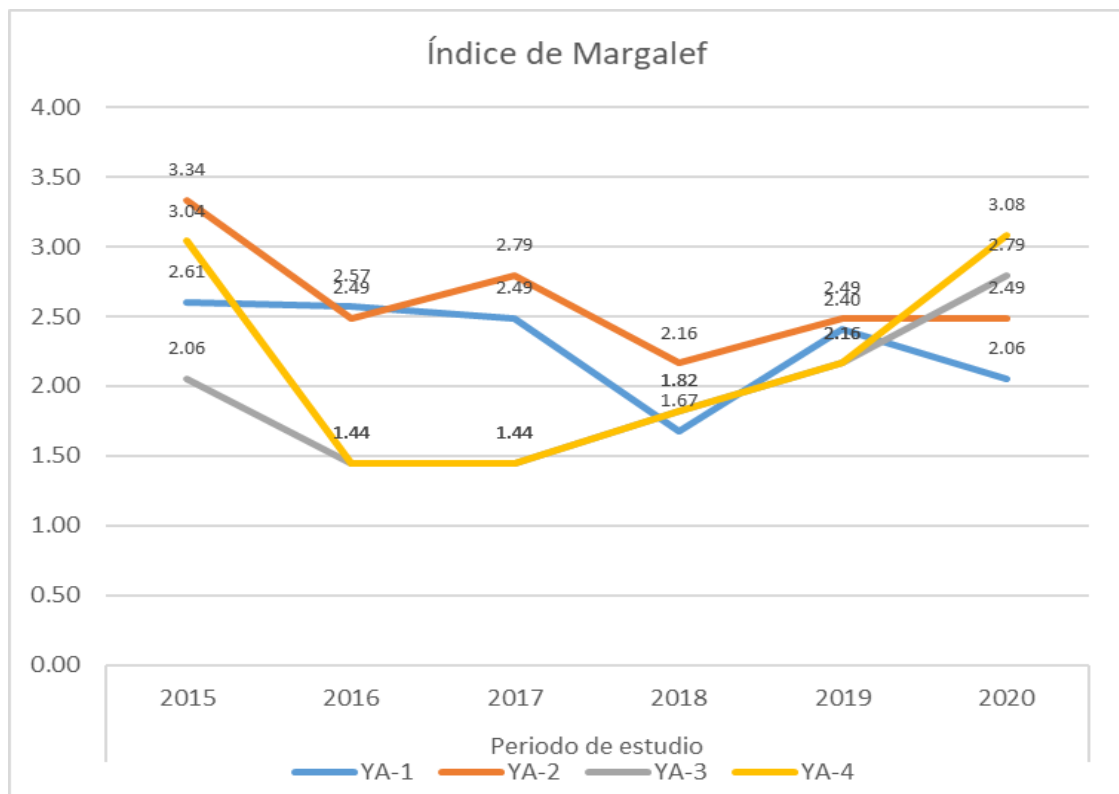


4.4.4. Índice de Margalef y de Shannon-weiner de fitoplancton y zooplancton

El índice de riqueza de Margalef determina la biodiversidad de una comunidad. Mora-Donjuán et al. (2017), indica que un índice con valores menores a 2,00 denotan una baja riqueza de especies y por el contrario valores cercanos a 5,00 o superiores reflejan una riqueza de especies alta (pags. 70 y 71), evidenciándose que la estación YA-2 es la que muestra mayor riqueza de especies, seguido de la YA-1. Las estaciones YA-3 y YA-4, muestran mayor biodiversidad en los años 2015, 2019 y 2020.

Figura 17

Resultados obtenidos del índice de Margalef de las especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha

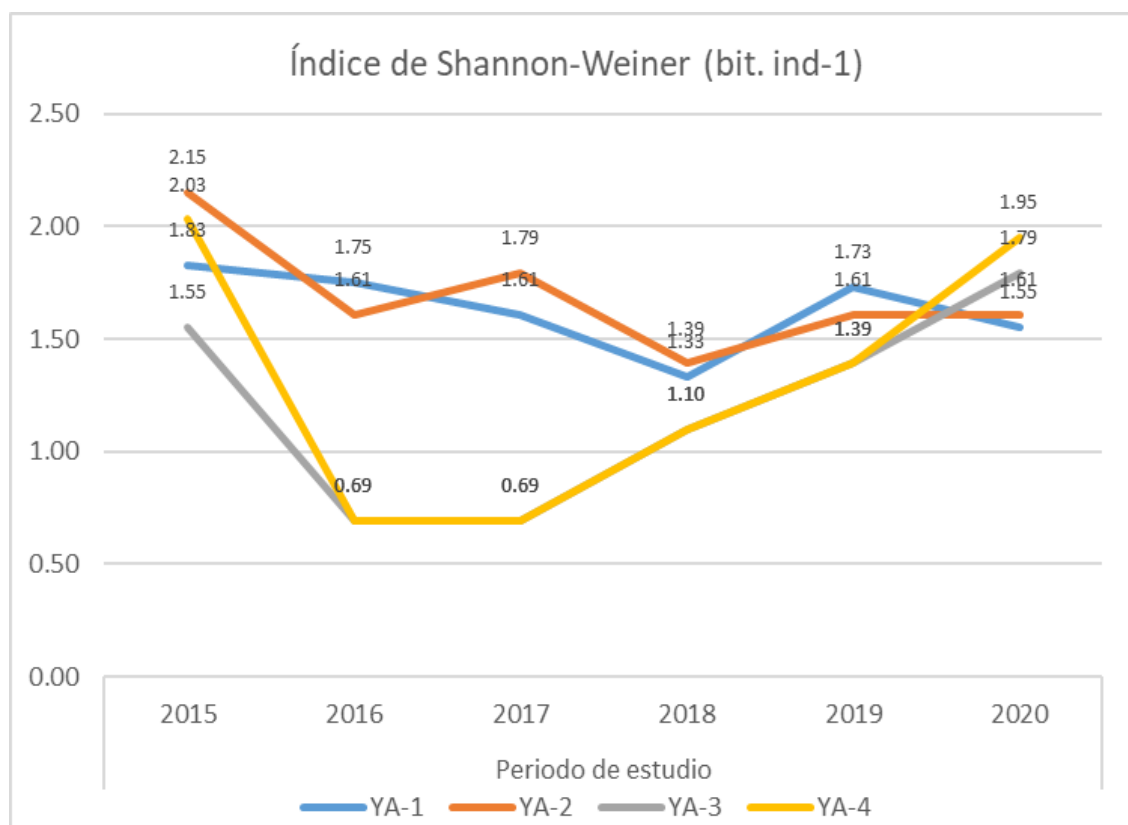


El índice de Shannon-Wiener, estima la diversidad biológica. Mora-Donjuán et al. (2017), indica que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a

2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos (p. 71). Los resultados obtenidos muestran que existe una diversidad de especies relativamente baja en todas las estaciones, concentrados en especies específicas por estación.

Figura 18

Resultados obtenidos del Índice de Shannon-Weiner de las especies de fitoplancton y zooplancton en la laguna de Yarinacocha



4.5. Caracterización prospectiva de la laguna de “Yarinacocha” en escenarios favorables y desfavorables

El estudio prospectivo de la laguna de Yarinacocha presenta la estructuración de cuatro escenarios por cada estación de muestreo, proyectados al 2030, que parte de los valores estándares establecidos en el Eca Agua 2015, Categoría 4-E1: lagunas y lagos (Decreto Supremo N°-015-2015-MINAM), seguido por los valores promedios obtenidos durante el estudio, seguido de los escenarios favorables y desfavorables en relación al arrojado de desperdicios (residuos orgánicos e inorgánicos) a la laguna.

Tabla 12

Escenario prospectivo. en la laguna de Yarinacocha, según factores abióticos, Yarinacocha 2023.

| PARÁMETRO | ESCENARIO PROSPECTIVO | | | |
|------------------------------|--|----------------------------------|------------------------|---------------------------|
| | Eca Agua 2015, Categoría 4-E1: lagunas y lagos | Promedio valores obtenidos | Escenario favorable | Escenario desfavorable |
| Temperatura superficial (°C) | Δ3 | 30 | 30 | 30 |
| pH | 6.5 – 9.0 | 7.4 | 7,3 | 4,8 |
| Oxígeno disuelto (mg/L) | ≥5 | 4.95 | 5.20 | 3.40 |
| Fósforo total (mg/L) | 0,035 | 0.108 | 0.080 | 0.120 |
| Nitrógeno total (mg/L) | 0,315 | 0.180 | 0.200 | 0.400 |

Los factores físicos y químicos del agua de los escenarios desfavorables y favorables se proyectaron en base al comportamiento antrópico en este estudio histórico, considerando la gran actividad turística y comercial ejercida en el año 2017 (desfavorable) y la baja de la misma por el estado de emergencia en el 2020 (favorable).

En el escenario desfavorable lo que podemos observar son valores bajos de oxígeno disuelto (3.40 mg/L) y pH (4.8), y con valores altos en lo que respecta a fósforo total (0.12mg/L) y nitrógeno total (0.400 mg/L) originado por el comportamiento de retroalimentación positiva (arroyo continuo de desperdicios orgánicos e inorgánicos) lo que podría conllevar al “punto de inflexión” a la laguna.

El escenario propuesto es mantener los parámetros físicos químicos dentro de ECA agua 2015, Categoría 4-E1: lagunas y lagos (Decreto Supremo N°-015-2015-MINAM).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los organismos vivos y su entorno (abiótico) se encuentran relacionados, e interactúan uno sobre otro, esto permite hablar de una funcionalidad ecosistémica, como es el caso de la laguna de Yarinacocha, en donde los organismos planctónicos presentan un comportamiento particular debido a la asimilación de nutrientes del cuerpo de agua, ya que éste recibe descargas de aguas residuales de origen doméstico y comercial (viviendas, mercado, hospital y restaurantes), los cuales aportan fósforo y nitrógeno que resultan siendo elementos esenciales para el crecimiento de las plantas y animales, que en la comunidad planctónica lo constituyen el fitoplancton y el zooplancton. No obstante, la presencia de fósforo y nitrógeno en exceso en los cuerpos de agua ocasiona degradación de la calidad de agua dando origen a la eutrofización, la que según Sharpley (2010), es el proceso de enriquecimiento orgánico o incremento de productividad de un cuerpo de agua, proceso que se acelera como consecuencia de mayores aportes de nutrientes y en la mayoría de los cuerpos de agua fresca se acelera con el aumento de aporte de P (p. 15).

Cabe destacar que la comunidad planctónica a estudiar está conformada por el fitoplancton, los cuales son organismos autótrofos, quienes, según Haro, S. y Perales, J. (2015) también emplean mecanismos relacionados con la asimilación de nutrientes, o a procesos abióticos asociados con stripping del amonio y precipitación del fósforo a valores de pH elevados (p.16), y el zooplancton, animales que son consumidores primarios y se alimentan por filtración.

Considerando que, las condiciones abióticas que requieren los organismos planctónicos para su crecimiento según Gómez L. (2007), serían: la radiación luminosa, la temperatura, la disponibilidad de oxígeno y la concentración de determinados nutrientes (p. 4).

PARÁMETROS FÍSICOS

1.8.1. Temperatura

En base a lo antes mencionado, debemos destacar que en Pucallpa (región Ucayali) según SENAMHI (2022), se caracteriza por que el mes con temperatura más alta es setiembre (33.1°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (18.7°C) (par. 3). Por ende, estamos hablando de un clima con temperaturas altas, las cuales influyen en el crecimiento del fitoplancton, esto explicaría del por qué en el año 2015, en el que se registra las temperaturas más altas (30.40 - 31.20°C) (fig. 4) existe un mayor número de individuos y de especies en las diferentes estaciones (fig. 12) ocurriendo lo contrario en el año 2017 que tuvo el registro de temperatura con valores menores (27.7 - 28.0°C) encontrándose un menor número de individuos y especies. Según MALGAS (2016), la temperatura influye en las reacciones biosintéticas, ya que la relación entre la temperatura y la velocidad de crecimiento aumenta exponencialmente (p. 13).

1.8.2. Transparencia

En cuanto a la transparencia también se evidencia relación con la temperatura puesto que, en el año 2015, la transparencia del agua fue menor (fig. 5), debido al incremento poblacional del fitoplancton que se reportan en todas las estaciones, siendo la división dominante las chlorophytas, teniendo como especies representativas ***Chlorella*** sp., ***Chlorella vulgaris***,

Scenedesmus quadricauda y ***Pandorina*** sp., en todas las estaciones, seguido de las euglenohytras, cuyas especies representativas son ***Euglena spirogyra***, ***Euglena*** sp., ***Euglena viridis***, ***Trachelomona pusilla***, ***Trachelomona superba*** y ***Trachelomona volvocina***, las cuales se caracterizan por ser fotosintéticas estrictas y facultativas, respectivamente, considerando que, a mayor temperatura mayor intensidad de luz, lo que conlleva a que incremente la biomasa fitoplanctónica, sucediendo lo contrario en el año 2017, en donde se registra mayor transparencia del agua, por ende menos fitoplancton, teniendo su sustento en que “el crecimiento de los microorganismos fotosintéticos es proporcional a la intensidad de la luz recibida” (MALGAS, 2016, p.9).

PARÁMETROS QUÍMICOS

1.8.2.1. Oxígeno

En lo que respecta al oxígeno (fig. 6), los valores más altos se registran en el año 2015, esto debido al mayor número de fitoplancton, que generan mayor cantidad de oxígeno, a través del proceso llamado fotosíntesis, en donde las microalgas aprovechan los fotones de luz solar, para producir la energía química que permite convertir el CO₂ (compuesto inorgánico) en compuestos orgánicos como los azúcares, almidones, aceites, proteínas, entre otros y producir oxígeno (Abad *et.al.*, 2015, párr.1). Dicho comportamiento de relación número de individuos y cantidad de oxígeno se corrobora también en el año 2017, en el que se aprecia una menor concentración de oxígeno con la presencia de un menor número de individuos (fig. 12).

La tabla 10 nos muestra el promedio y la desviación standard del oxígeno evaluado de forma anual, en la que podemos apreciar que la tendencia del parámetro oxígeno era a disminuir, que en términos de desviación estándar

evidenciaban una mayor variabilidad entre las estaciones de muestreo en los años 2016 (1.324) y 2017 (1.162), considerando que en estos años las actividades comerciales se intensificaban (restaurantes) y se daba inicio a la construcción del boulevard de Yarinacocha, cuyas actividades de enarenar y remoción, provocaron la disminución de los valores de oxígeno a valores de 3,6 y 3,4 mg.L⁻¹, respectivamente, en la estación YA-2; para luego incrementar sus valores a 4,6mg.L⁻¹, en los años 2018 y 2019, debido a que los restaurantes flotantes fueron trasladados a la zona de la restinga y las obras de construcción se interrumpieron por temas de presupuesto. En el año 2020, se ve el incremento promedio a 5.3 mg.L⁻¹, debido a las restricciones de acceso a la laguna por el estado de emergencia y aislamiento social obligatorio a nivel nacional por los casos de COVID-19, lo que conllevó a un efecto de aumento de la homogeneidad en este parámetro en toda la laguna, con valores de 5,2 mg.L⁻¹ en las estaciones YA-1, YA-2 y YA-4, las que se caracterizaban por tener mayor influencia antrópica y a 5,5 mg.L⁻¹, en la estación YA-3, con menor influencia antrópica.

En cuanto a la tendencia temporal del oxígeno en cada una de las estaciones de muestreo (fig. 7), en la estación YA-1 (punto de entrada de agua a la laguna) en promedio tiene los mayores valores de concentración de oxígeno durante los seis años de evaluación, siendo la estación con menor variabilidad o mayor homogeneidad de los datos (0.669).no obstante, en los años 2018, 2019 y 2020, los valores disminuyeron a 5,2 mg.L⁻¹, debido a que los restaurantes y comercio se concentraron en la zona de la restinga. En las estaciones YA-2 (Puerto Callao) y YA-4 (Frente a la CCNN. San Francisco) mostraron los promedios más bajos en todo el periodo de evaluación, porque eran las estaciones con mayor influencia antrópica, siendo la estación YA-4 la que

presenta mayor variabilidad (1.094) entre los datos de los seis años, esto debido a que se incrementa las visitantes a la comunidad y esto se aprecia por la mayor cantidad de desperdicios en la línea orilla (bolsas, botellas plásticas, envases descartables, entre otros).

1.8.2.2. pH

En la tabla 11 y fig. 9, se observa el comportamiento temporal de los valores por año mostrando una tendencia general a disminuir desde el año 2015. Los mayores valores promedio de alcalinidad en todos los puntos de muestreo se obtuvieron en el año 2015 (8,2), esto debido al proceso fotosintético de fijación de CO₂, lo cual según MALGAS (2016), provoca un aumento gradual de pH en el medio debido a la acumulación de OH⁻ (p. 12). Estas variaciones de pH se deben a los procesos biológicos de fotosíntesis (consumo de CO₂) y respiración (generación de CO₂) llevados a cabo por las microalgas (Margalef, 1983 in Haro, S. y Perales, J., 2015, p.20).

Se registraron un periodo de disminución de la alcalinidad hasta el año 2017 (baja hasta promedio 6,3 de Ph. el único año con valores de acidez). cabe destacar, que en la estación YA-2 (Puerto Callao) se encuentran concentrados los comercios turísticos (restaurantes, bares, entre otros), que desechan sus residuos a la laguna, y posee el registro más bajo de acidez, con un valor de 4.8, con una menor transparencia en la columna de agua y una mayor presencia de euglenophytas, las cuales según Padullés, M., Conforti, V., Nannavecchia, P. y O'Farrell, I. (2017) incrementan su desarrollo en aguas ricas en materia orgánica, además, el exceso de materia orgánica genera una gran proliferación bacteriana, estos organismos liberan metabolitos (e.g., vitaminas) que favorecen el desarrollo de euglenophytas (par. 6), es decir, la presencia de euglenophytas

en la laguna de Yarinacocha no sólo se debe a la tolerancia a concentraciones altas de materia orgánica, sino que también se ve favorecida por los productos liberados por las bacterias que proliferan en el medio acuático, dichas bacterias, según Corrales, Antolínez, Bohórquez y Corredor (2015):

“durante su proceso metabólico realizan la hidrólisis de sólidos insolubles, es decir partículas orgánicas (celulosa o hemicelulosa) o coloides orgánicos (proteínas), en compuestos solubles simples que pueden ser absorbidos a través de la pared celular, para que posteriormente, dichas moléculas hidrolizadas sean catalizadas en alcoholes y ácidos grasos, teniendo como resultado de este proceso, la producción de hidrógeno y dióxido de carbono” (p. 57), es decir, realizan hidrólisis y fermentación y en su proceso respiratorio liberan H^+ , que contribuyen también a la acidificación del agua.

En el año 2018 se observa un aumento de la alcalinidad promedio de las estaciones (7.4 de pH.) y es tendencia se mantiene hasta el año 2020 con valores de 7.6 de pH. en promedio en todas las estaciones y esto se debe a que en la estación YA-2 incrementa su alcalinidad a raíz del traslado de los restaurantes hacia la zona de la restinga, lo cual lo vuelve en la estación con mayor variabilidad (1.157) (tabla 11)

La variación de los valores de pH. por años en la laguna en términos de desviación estándar, también tiene diferentes comportamientos, se observó mayor variabilidad de los datos el año 2017, y los valores más homogéneos se obtuvieron el año 2015 y 2020. La variabilidad en todo el periodo de evaluación se observó una tendencia de disminución de la variabilidad de los datos de pH. haciéndose más homogéneo en toda la laguna, la cual se aprecia en mayor

énfasis a partir del año 2018, cuando los restaurantes y comercio desocupan puerto Callao.

1.8.3. Nitrógeno y fósforo

Como se mencionó en párrafos anteriores, el pH del agua está relacionado con el plancton (la proliferación de euglenophytas), y a su vez de forma indirecta de las bacterias que contribuyen a la acidez del agua, esto se debe básicamente a la presencia de nutrientes en exceso en este cuerpo de agua (laguna de Yarinacocha), tomando en cuenta que en la evaluación del nitrógeno y fósforo total, se obtuvieron valores por encima de los estándares establecidos en el Eca Agua 2015, Categoría 4-E1: lagunas y lagos (Decreto Supremo N°-015-2015-MINAM), siendo para fósforo total, en todas las estaciones, valores superiores a $0,035\text{mg.L}^{-1}$ y para nitrógeno total, sólo la estación YA-2 supera el valor de $0,315\text{mg.L}^{-1}$ (fig. 9), lo que indica un alto riesgo de eutrofización en la laguna, afectando los procesos naturales de purificación y la capacidad de asimilación de este ecosistema acuático. Debido a que los principales nutrientes que conducen a la eutrofización de las aguas naturales son las formas de nitrógeno y fósforo (N orgánico, P orgánico, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- y PO_4^{3-}) (Haro, S. y Perales, J., 2015, p.15). Además, se aprecia que los valores de fósforo y nitrógeno total eran similares y constantes en cada una de las estaciones, en el periodo del 2015 al 2019, presentando diferencias en el último año de estudio (2020), en donde el fósforo total en las estaciones YA-1, YA-2 y YA-4, disminuyeron y solo YA-3 incrementó (Fig. 11) y en el caso del nitrógeno total la estación YA-2 disminuyó a la mitad sus valores, YA-3 cuadruplicó sus valores y YA-4 duplicó (Fig. 10). Para comprender esta situación, es importante recordar que, el 15 de marzo de 2020, el Gobierno del Perú decretó estado de

emergencia y aislamiento social obligatorio a nivel nacional por los casos de COVID-19, producida por el SARS-CoV-2, lo que obligó a la población, en su mayoría, que se quedaran en casa; los centros comerciales, restaurantes y negocios cerraron, por tanto, la carga residual orgánica de la zona litoral de la laguna de Yarinacocha disminuyó (YA-2), encontrándose un gran incremento sólo en YA-3 que corresponde al abastecimiento de agua del caño de Cashibococha, la cual incrementó los valores de nitrógeno y fósforo debido a que los pobladores volvieron a sus hogares originarios (caseros de San Salvador, Santa Rosa y 7 de junio) al cierre de los centros laborales, por ende incrementó la cantidad de residuos orgánicos vertidos a las aguas y que desembocan en la laguna de Yarinacocha (estación YA-3). Esta condición de incremento de nutrientes en la estación YA-3, guarda relación con la presencia de rotíferos, ya que los rotíferos según Dantas, L. (2013) se caracterizan por proliferar en ambientes eutróficos porque son organismos que responden rápidamente a variaciones ambientales y presentan un ciclo de vida corto (p. 12). En las evaluaciones, el rotífero registrado, cuyo nombre científico es ***Keratella valga*** (tabla 8), en relación a su presencia en el periodo de estudio, se evidencia de manera permanente en las estaciones YA-1, YA-2 y YA-4. Los rotíferos de este género, según Dantas, L. (2013) se presentan en rangos estrechos de valores bajos de transparencia del agua y valores altos de fósforo total (p.37), es decir en aquellas estaciones con mayor incidencia de vertidos de residuos orgánicos, teniendo en cuenta que las estaciones YA-1, viene con influencia directa del río Ucayali, la YA-2, de los residuos de la zona de Puerto Callao y la YA-4 de los residuos de la CCNN de San Francisco, cuyos aportes de materia orgánica eran constantes, en cambio en la YA-3, su presencia solo se registra en los años 2019

y 2020, periodo en el que se incrementa la cantidad de pobladores de los caserios de San Salvador, Santa Rosa y 7 de junio y se registran los valores más altos de nitrógeno y fosforo total en dicha estación. Entonces, la presencia de ***Keratella valga***, heterótrofo filtrador, se ve influenciada no sólo por la presencia de fitoplancton sino por los nutrientes del ambiente, es decir por la mayor disponibilidad de alimento.

PARÁMETROS BIOLÓGICOS

1.8.3.1. Diversidad planctónica

Las divisiones identificadas en el fitoplancton fueron: Chlorophyta, Cyanophyta y Euglenophyta; y en el zooplancton a los rotíferos (Tabla 8).

La estación que presenta mayor “diversidad planctónica” es la YA-2, teniendo como especies representativas (según abundancia) euglenophytas a ***Euglena* sp.**, ***Euglena viridis***, ***Trachelomona pusilla***, ***Trachelomona superba*** y ***Trachelomona volvocina***, chlorophytas a ***Chlorella vulgaris*** y ***Chlamydomonas reinhardtia***, las cuales según Capa (2022), se caracterizan por ser microalgas fotosintéticas mixotróficas (sistemas fotoautótrofo y heterotrófico operando simultáneamente) (p.2) y capaces de usar compuestos orgánicos (p.6) y como rotífero a ***Keratella valga***.

La segunda estación con mayor diversidad es la YA-1, por la presencia de las divisiones fitoplanctónicas de Chlorophyta (***Chlorella vulgaris***, ***Chlorella* sp.**, ***Scenedesmus quadricauda*** y ***Pandorina* sp.**), Cyanophyta (***Chroococcus turgidus***) y Euglenophyta (***Euglena viridis*** y ***Euglena* sp.**) y como zooplancton al rotífero a ***Keratella valga*** (tabla 7).

No obstante, esta diversidad de especies es relativamente baja y con presencia de aquellas que tienen mayor afinidad a medios acuáticos en estados

de eutrofización, ya que estas estaciones tienen mayor actividad antropogénica, considerando que a partir del 2018, los restaurantes y comercios se concentraron en la zona de la restinga (vertido de residuos y desechos orgánicos), zona aledaña a la estación YA-1, que aceleran el proceso de crecimiento de productores primarios que toleran este tipo de espacios, tales como las Cyanophytas, Euglenophytas y los rotíferos,

Las estaciones YA-3 y YA-4 presentan un menor número de individuos, por ende, una baja riqueza de especies (fig. 12 y 13) que en su mayoría lo conforman las Chlorophytas (fig. 14), con especies representativas tales como: ***Chlorella vulgaris***, ***Chlorella* sp.**, ***Scenedesmus quadricauda*** y ***Pandorina* sp.** y con menor presencia ***Chlamydomonas reinhardtii*** (tabla 8), evidenciando una dominancia de esta división y básicamente porque son las estaciones que durante el periodo de estudio tuvieron menos influencia de origen antrópico, a excepción del año 2020, en donde los valores de nitrógeno y fósforo total incrementaron en estas estaciones, lo cual influyó al incremento en la presencia de Euglenophytas de la especie ***Euglena viridis*** y rotíferos de la especie ***Keratella valga***.

1.8.3.2. Prospectiva y resiliencia ecológica

El incremento de nutrientes en un cuerpo de agua debido a la contaminación de las actividades antropogénicas que emanan contaminantes fosfóricos y nitrogenados, puede ocasionar su eutrofización, ocasionando perjuicios en toda la funcionalidad ecosistémica. Dentro de los efectos perjudiciales que la eutrofización puede causar, los más comunes son agotamiento del oxígeno disuelto (ocasionado hipoxia u anoxia al ecosistema), cambios significativos en la calidad de agua, disminución de la transparencia y

aumento de la cantidad de partículas sedimentadas (Kozlowsky-Suzuky & Bozelli, 2002 *in* Dantas, 2013, p.11).

Es por ello, que el rol del fitoplancton y zooplancton como bioindicadores en la laguna de Yarinacocha cobra real importancia, ya que su comportamiento (presencia y abundancia) responde a un estado de resiliencia de este cuerpo de agua, la cual no es más que una respuesta a la perturbación a su condición normal tratando de buscar la estabilidad del sistema por el vertido de aguas residuales de origen doméstico y comercial.

La presencia de euglenophytas en determinadas estaciones relacionadas con la alta actividad antrópica, indica que existe una abundancia de fósforo, la cual en el medio acuático implica la aceleración al proceso de eutrofización del agua, aquí las euglenophytas cumplen el papel de asimilar dicho elemento químico, ya que según Haro y Perales (2015), el fósforo extracelular se iría asimilando por parte de las microalgas, para finalmente formar parte del material celular en una importante proporción en los estadios finales del crecimiento (p.28), lo cual provoca su incremento poblacional.

Las chlorophytas, se presentan en mayor cantidad en aquellas estaciones con menos vertidos orgánicos; debido a su alta actividad fotosintética impulsa la producción de oxígeno, necesario para la oxidación y la nitrificación, lo que conlleva a considerarla como indicador de ambientes menos perturbados. No obstante, también, pero en menor cantidad, las chlorophytas, se encuentran presentes en aquellas estaciones con alta actividad antrópica, conviviendo a la par con las euglenophytas que se presentan en mayor cantidad, las cuales tienen una estrecha relación con la presencia de bacterias heterotróficas/nitrificantes, que conllevarían según Oscanoa, Cervantes, Flores y Ruiz (2022), a un

consorcio de microalgas y bacterias, con un sistema simbiótico capaz de garantizar un proceso de tratamiento autosostenido con alta eficiencia de remoción de nutrientes (p. 9). Considerando que, el proceso fotosintético de fijación de CO₂, provoca un aumento gradual de pH en el medio debido a la acumulación de OH⁻, lo que puede promover la eliminación de nitrógeno en forma de amoníaco por stripping a la atmósfera y la eliminación de fósforo por precipitación de ortofosfatos (MALGAS, 2016, p.12). El stripping es un proceso abiótico en el que la temperatura ambiente y pH constante superiores a 8, como sería nuestro caso, el NH₄⁺ se transforma en amoníaco gaseoso (NH₃) y se libera a la atmósfera (Margalef, 1983 *in* Haro, S. y Perales, J., 2015, p.27).

Cabe destacar, que la eliminación del nitrógeno y fósforo de la laguna de Yarinacocha, lo vienen realizando las chlorophytas y las euglenophytas, estando sujeta a la velocidad en la que las microalgas consumen el nitrógeno y fósforo, ya que no todos los nutrientes consumidos por las microalgas son empleados para crecer. Considerando que, las microalgas tienden a consumir nitrógeno y fósforo en exceso, proceso conocido como "luxury uptake" (Powell, Shilton, Chisti, & Pratt, 2008 *in* Haro, S. y Perales, J., 2015, p.16), la cual consiste en el almacenamiento de fósforo en la biomasa microalgal, en forma de polifosfato, por absorción de luz, esto según Powell, Shilton, Pratt y Chisti (2008) influye en el crecimiento de las microalgas porque el fósforo es un elemento esencial necesario para los constituyentes celulares, como fosfolípidos, nucleótidos y ácidos nucleicos (p. 5960).

Por ende, la presencia de los organismos planctónicos, evidencian el comportamiento como bioindicador de las condiciones del cuerpo de agua y a su vez, su presencia permite regular los cambios ocurridos por las perturbaciones

presentadas, incurriendo a su estado de resiliencia, cuyo propósito es recuperar su estado normal. No obstante, esto se puede ver afectado por la retroalimentación positiva (arrojo continuo de residuos orgánicos) que pueden conllevar a un punto de inflexión ecológica, la que según Rutherford y Williams (2015) se alcanza cuando un ecosistema experimenta un cambio hacia un nuevo estado en el cual hay cambios significativos en su biodiversidad y en los servicios que proporciona (p.38), la laguna se volvería eutrófica y requeriría un gran esfuerzo para restaurarlo al estado anterior.

CONCLUSIONES

Primera: De acuerdo al objetivo general, se evaluó como la relación de los parámetros físicos y químicos influyen en la presencia y número de comunidades de fitoplancton y zooplancton, actuando como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha.

Segunda: De acuerdo al objetivo específico 1; se identificó organismos planctónicos del género *Euglena* y *Trachelomonas* de la división euglenophyta, *Chlamidomonas*, *Chlorella*, *Scenedesmus* y *Pandorina* de chlorophytas y *Chroococcus* en cianophytas en fitoplancton y *Keratella valga* de la división rotífera en el zooplancton.

Tercera: De acuerdo al objetivo específico 2; las estaciones YA-3 y YA-4, evidencian una menor influencia de la actividad antrópica, presentando en el periodo de estudio una mayor presencia de fitoplancton de la división Chlorophyta, los cuales al relacionarlas con las altas temperaturas implicaría una mayor radiación solar, y esto conlleva a una mayor actividad fotosintética, que presenta como resultado el incremento de oxígeno y pH en el agua. A diferencia de las estaciones YA-1 y YA-2, en donde existe mayor actividad antrópica y mayor vertido de residuos con materia orgánica al agua, lo cual resulta favorable para la proliferación de fitoplancton de la división Euglenophyta y Cianophyta y del zooplancton de la división rotífera (*Keratella valga*), los cuales se caracterizan por habitar cuerpos de agua con altos contenidos de nutrientes, presentando una alta tolerancia a valores bajos de oxígeno y pH ácidos, aprovechando la asimilación y filtración del nitrógeno y fósforo que existe en abundancia en dicho medio.

Cuarta: De acuerdo al objetivo específico 3; La presencia de los diferentes organismos planctónicos, permite conocer las condiciones de calidad de agua, evidenciándose que las Chlorophytas predominan en ambientes menos perturbados y las euglenophytas con los rotíferos en ambientes mucho más perturbados, los cuales se encuentran presentes por un proceso de resiliencia ecológica, la cual tiene como fin tratar de regular esa condición de contaminación para mantener el estado inicial del cuerpo de agua que permita mantener el equilibrio en el ecosistema.

SUGERENCIAS

En base a los resultados obtenidos y el análisis realizado, se sugiere:

- ✓ Elaborar un compilado ilustrado de las especies identificadas, como guía de identificación que servirá como material educativo.
- ✓ Realizar campañas de concientización y a la par llevar a cabo acciones preventivas y correctivas, con el propósito de disminuir la contaminación proveniente de las actividades de origen antrópico, que vierten residuos de materia orgánica con un alto contenido de nutrientes, tales como el fósforo y el nitrógeno que ponen en riesgo el equilibrio ecológico de la laguna.
- ✓ El empleo de la técnica de estudio en base a parámetros biológicos (fitoplancton y zooplancton), permiten evaluar el comportamiento histórico del cuerpo de agua, lo que conlleva a poder desarrollar estrategias con mayor perspicacia para atender la problemática existente con un enfoque sustentable, que minimicen el riesgo no sólo ecosistémico sino también para la salud humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abad, A.; Sáez, A.; Preciado, S. y Muriel, L. (2015). *¿Qué hacen las microalgas con la luz?*. Repositorio Institucional. Universidad EAFIT. Consultado el 6 de enero del 2023. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/8131>
- Alaya, W. y Guevara M. (2016). *“Calidad ecológica del río Chao usando diatomeas y algunos parámetros físico-químicos, noviembre 2015-mayo 2016”*. Tesis para optar por el título de Biólogo. Biblioteca digital – Dirección de Sistemas de Informática y Comunicación - Universidad Nacional de Trujillo. 57 pags. Consultado el 15 de octubre del 2022. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8757/Alaya%20D%20avir%20a1n%20Whendy%20Patricia-Guevara%20Contreras%20Maritza%20Marvely.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarez, A. y Florez, J. (2016). *Monitoreo de la calidad del agua en la quebrada La Brava de la reserva Adamiuain en el municipio de Ocaña norte de Santander, por medio de macroinvertebrados acuáticos y variables fisicoquímicas*. Trabajo de grado para optar el título de ingeniero ambiental. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. 131 pags. Consultado el 20 de octubre del 2022. <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/1572/1/29589.pdf>
- Baylón, M.; Roa, K.; Libio, T.; Tapia, L.; Jara, E.; Macedo, D.; Salvatierra, A. y Dextre, A. (2018). *Evaluación de la diversidad de algas fitoplanctónicas como indicadores de la calidad del agua en lagunas altoandinas del departamento de Pasco (Perú)*. Ecología Aplicada Vol. 17 (1), pp. 119-132. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria

La Molina, Lima – Perú. Consultado el 21 de octubre del 2022.
<http://dx.doi.org/10.21704/rea.v17i1.1180>

Beltrán, J. (2021, 4 marzo). *¿Qué es la eutrofización y cómo contamina el agua?*. Periódico UNAL. Consultado el 18 de octubre del 2022.
<http://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/que-es-la-eutrofizacion-y-como-contamina-el-agua/>

Capa, W. (2022). *Mixotrofia fotosintética inducida en Dunaliella salina: rendimiento y rutas de biosíntesis de isoprenoides, β -caroteno y carotenogénesis*. Tesis para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de DOCTOR EN CIENCIAS. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), Consultado del 05 de Junio de 2023.
https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3699/1/tesis_Willian%20Robert%20Capa%20Robles_09%20marzo%202022_BIB.pdf.

Cervano, E. (2016). *Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento y sobrevivencia de liza (Schizodon fasciatus) en jaulas flotantes de bajo volumen en la laguna de Yarinacocha*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroforestal Acuícola. 63 págs. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Yarinacocha – Perú. Consultado el 24 de octubre del 2022. <http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/122/1/TESIS%20CHANCHARI%2030%20AGOSTO.pdf>

Corona, J. (2016). *Apuntes sobre métodos de investigación*. MediSur, 14(1), 81-83. Consultado el 26 de octubre de 2022. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000100016&lng=es&tlng=pt.

- Corrales, L.; Antolinez, D.; Bohórquez, J. y Corredor, A. (2015). *Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta*. NOVA. 13 (23). Págs. 55-81.
- Costas, G. (2016, 19 marzo). *El zooplancton: clasificación y utilidades*. Cienciaybiología.com. Consultado el 20 de octubre del 2022. <https://cienciaybiologia.com/el-zooplancton/>
- Da Silva, M.V., Bortolini, J.C. and Jati, S. (2022). *The phytoplankton community as a descriptor of environmental variability: a case study in five reservoirs of the Paraná River basin*. Acta Limnologica Brasiliensia, 2022, vol. 34, e1. Consultado el 22 de octubre del 2022. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X1820>
- Dantas, L. (2013). *Zooplancton como indicador de estado trófico em reservatorios no semiárido*. Pró-reitoria de Pós-graduacao e pesquisa. Programa de pós-graduacao em ecología e conservacao. Universidad Estadual Da Paraíba – Campus 1. Consultado el 26 de febrero del 2023. <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/1902/1/PDF%20-%20Lays%20Tamara%20Dantas%20da%20Silva.pdf>
- Decreto Supremo N°-015-2015-MINAM. (19 de diciembre de 2015). Normas Legales, N° 28611. Diario Oficial El Peruano, 19 de diciembre de 2015.
- Espín, L. (2018). *Aplicación de bioindicadores fitoplanctónicos, para medir la saprobiedad del lago Caricocha (mojanda)*. Trabajo de grado previo a la obtención de título de Ingeniero en recursos naturales renovables. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 122 págs. Consultado el 18 de octubre del 2022. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8022>

- Fernández, J. (2004). *Clave taxonómica para la identificación de fitoplancton de aguas dulce*. Sexta edición. Editorial Universidad Nacional de Trujillo. 840 págs. Universidad Nacional de Trujillo.
- Flores, M. (2019). *GESTIÓN DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO PARA CONSUMO HUMANO EN EL BARRIO SAN JOSÉ DE PICHUL, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018*. Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Medio Ambiente. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. Consultado el 20 de octubre de 2022. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6063/6/PC-000611.pdf>
- Gamboa, Maribet, Reyes, Rosa, & Arrivillaga, Jazzmin. (2018). *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental*. Boletín de Malariología y Salud Ambiental, 48(2), 109-120. Consultado el 20 de octubre de 2022. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000200001&lng=es&tlng=es
- Gomez, L. (2007). *MICROALGAS: ASPECTOS ECOLÓGICOS Y BIOTECNOLÓGICOS*. Revista Cubana de Química, vol. XIX, núm. 2, 2007, pp. 3-20. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
- Gómez-Duarte, O. (2018). *Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública*. Revista de la Facultad de Medicina, 66(1), 7-8. Consultado el 15 de octubre del 2022. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>
- Haro, S. y Perales, J. (2015). Cinética de consumo de nutrientes y crecimiento

de un bloom de microalgas en un fotobiorreactor High Rate Algae Pond (HRAP). *Rev. Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. VI, núm. 3, mayo-junio de 2015, pp. 15-31. Universidad de Cádiz, España. Consultado el 10 de marzo del 2023. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000300002

Hernández-Sampieri, R.; Fernández-Collado, C. & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana, México. Págs. 88-101. Consultado el 15 de octubre del 2022. http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf

INDUANALISIS (2019, 22 marzo). *Comunidades: Plancton, Perifiton, Fitoplancton y Zooplancton*. INDUANALISIS Laboratorio Ambiental. Consultado el 19 de octubre del 2022. https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/comunidades_plancton_perifiton__fitoplancton_y_zooplancton_21#:~:text=El%20fitoplancton%20es%20un%20plancton,de%20la%20superficie%20del%20agua.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Resultados definitivos del departamento de Ucayali. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.*, Tomo I. 991 pags. Consultado el 15 de octubre del 2022. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1554/

Ismiño, R.; Montalván, G.; García, A.; Tello, S.; Palacios, J. y Rodríguez, L. (2018). *Comunidad fitoplanctónica de la cuenca del río Itaya en Loreto, Perú*. *Rev Inv Vet Perú* 2018; 29(3): 828-839. Consultado el 22 de octubre del 2022. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i3.14766>

- Laura, J.; Montoya, H.; Castellanos, P. y Quiroz, R. (2018). *Evaluación de la diversidad del fitoplancton de la laguna La Viuda (Lima, Perú) en agosto - noviembre 2016*. *Arnaldoa* 25 (3): 1027-1040. Consultado el 15 de octubre del 2022. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25314>
- López, R. (2019). *El fitoplancton, básico para la vida en la Tierra*. Fundamento de los ecosistemas acuáticos. Gaceta – UNAM. México. Consultado el 18 de octubre del 2022. <https://www.gaceta.unam.mx/el-fitoplancton-basico-para-la-vida-en-la-tierra/>
- MALGAS (2016). *Aplicaciones de las microalgas: estado de la técnica*. AST Ingeniería S.L.. Asturias. 70 pags.
- Manzoli, R.; Portz, L. & Paiva, M. (2011). *Estudios Oceanográficos: do instrumental ao práctico*. Consultado el 29 de octubre del 2022. https://www.researchgate.net/publication/253355824_Estudos_Oceanograficos_do_instrumental_ao_pratico/citation/download
- Mora-Donjuán, C; Burbano-Vargas, O.; Mendez-Osorio, C. y Castro-Rojas, D. (2017). *Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (Quercus L.) en la Sierra Madre del Sur, México*. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* | Vol.14 Núm.35 (2017) pág.68-75. Consultado el 22 de enero del 2023. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/download/3154/2941/8743>
- Omoboye, H.Y., Aduwo, A. I., Adewole, H. and Adeniyi, I. F. (2022). *Water quality and planktonic community of Owalla Reservoir, Osun State, Southwest Nigeria*. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2022, vol. 34, e11. Consultado el 22 de octubre del 2022. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X1820>

- Oscanoa, A.; Cervantes, M.; Flores, L. y Ruiz, A. (2020). Evaluación del potencial de *Desmodesmus asymmetricus* y *Chlorella vulgaris* para la remoción de nitratos y fosfatos de aguas residuales. *Revista peruana de Biología* 28(1). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. pags. 1-12. Consultado el 19 de febrero del 2023. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v28n1/1727-9933-rpb-28-01-e18082.pdf>
- Padulles, María L, Conforti, Visitación T. D, Nannavecchia, Paula, & O'Farrell, Inés. (2017). Impacto de la contaminación orgánica sobre el fitoplancton de un arroyo de la llanura pampeana. *Ecología austral*, 27(3), 437-448. Consultado el 02 de abril del 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2017000400007&lng=es&tlng=es
- Pereda, R.; Pérez, D. y Paredes, F. (2021). *Caracterización ecológica de las comunidades planctónicas en tres fiordos interiores occidentales del Campo de Hielo Patagónico Sur*. *Anales Instituto Patagonia*. Vol. 49:8. Chile. Consultado el 24 de octubre del 2022. <https://doi.org/10.22352/AIP202149008>
- Picapedra, P.H.S.; Fernández, C.; Baumgartner, G. and Sanches P.V. (2021). *Zooplankton communities and their relationship with water quality in eight reservoirs from the midwestern and southeastern regions of Brazil*. *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 81, No. 3 pp.701-713. Consultado el 24 de octubre del 2022. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.230064>
- Powell, N. Shilton, A. Pratt, S. y Chisti, Y. (2008, 2 de julio). *Factors Influencing Luxury Uptake of Phosphorus by Microalgae in Waste Stabilization Ponds*. *Environmental Science and Technology*. 2008, 42, 16, p.5958–5962. Consultado el 30 de marzo del 2023. <https://doi.org/10.1021/es703118s>

- Ramirez, J. (2000). *Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios*. Primera edición. Editorial Universidad de Antioquia. 207 págs. Universidad de Antioquia. Colombia.
- Romero, C. (2018). *Determinación de la relación de la comunidad fitoplanctónica con los factores físicos y químicos del sector Puno de la Reserva Nacional del Titicaca, Región Puno, abril–julio 2014*. Tesis para optar por el título de Bióloga. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. 121 págs. Consultado el 18 de octubre del 2022. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5098/BIrosack.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rutherford, J. y Williams, G. (2015). *Environmental Systems and Societies*. Course Companion. IB Diploma Programme. Oxford. 376 págs.
- SENAMHI (2022). *Climas del Perú: Mapa de Clasificación Climática Nacional*. Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú. 130p. Consultado el 15 de octubre del 2022. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Sharpley, A. 2010. *Manejo de fósforo en sistemas de producción agrícola ambientalmente sostenible: desafíos y oportunidades*. Informaciones Agronómicas. Departamento de ciencias agrarias, suelos y ambiente, división de agricultura, Universidad de Arkansas. Págs. 15-23. Consultado el 18 de marzo del 2023. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/9E7C8F8B91F1DBD0852579A0006A0E4B/\\$FILE/Manejo%20de%20P%20en%20sistemas%20de%20produccion.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/9E7C8F8B91F1DBD0852579A0006A0E4B/$FILE/Manejo%20de%20P%20en%20sistemas%20de%20produccion.pdf)
- Vélez-Azañero, A.; Lozano, S. y Cáceres-Torres, K. (2016). *DIVERSIDAD DE FITOPLANCTON COMO INDICADOR DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO LURÍN, LIMA, PERÚ*. Ecología Aplicada Vol. 15

(2), pp.69-79. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. Consultado el 19 de octubre del 2022. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.745>

ANEXOS

ANEXO 1

Validación de instrumentos, Juez N°1

VALIDACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Nombre : Octavio Francisco Javier Galván Gildemeister
Título profesional: Ingeniero Forestal
Especialidad : Ingeniero Forestal
Grado académico: Doctor
Fecha : 09 de noviembre del 2022.

II. OBSERVACIONES PREFERENCIALES

a. FORMA:

Descripción de protocolos y uso pertinente de instrumentos de trabajo.

b. ESTRUCTURA:

Aplicación adecuada al propósito de investigación.

III. APORTES

Es de aporte científico, con estudios cualitativos y cuantitativos, empleando equipos tecnológicos.

IV. SUGERENCIAS

Ninguna.

Luego de la revisión de instrumento, a su opinión procede a su aprobación:

Si

No

Octavio Francisco Javier Galván Gildemeister

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del juez : Galván Gildemeister Octavio Francisco J.
 1.2 Cargo e institución donde labora : Docente – Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía
 1.3 Nombre del instrumento evaluado : Instrumentos de estudio de investigación

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

| INDICADORES | CRITERIOS | Deficiente | Baja | Regular | Buena | Muy buena |
|--|--|------------|------|---------|-------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible | | | | | ✓ |
| 2. OBJETIVIDAD | Permite medir hechos observables | | | | | ✓ |
| 3. ACTUALIDAD | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología | | | | | ✓ |
| 4. ORGANIZACIÓN | Presentación ordenada | | | | | ✓ |
| 5. SUFICIENCIA | Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente | | | | | ✓ |
| 6. PERTINENCIA | Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados | | | | | ✓ |
| 7. CONSISTENCIA | Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos | | | | | ✓ |
| 8. COHERENCIA | Entre variables, indicadores y los ítems | | | | | ✓ |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito de la investigación | | | | | ✓ |
| 10. APLICACIÓN | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente | | | | | ✓ |
| ↓ | | | | | | |
| CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala) | | | | | | 50 |
| | | A | B | C | D | E |

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E}{50} = 100$$

III. **CALIFICACIÓN GLOBAL** (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

| CATEGORIA | | INTERVALO |
|-------------|--------|---------------|
| Desaprobado | ○ | [0,00 – 0,60] |
| Observado | ○ | <0,60 – 0,70] |
| Aprobado | ○ X | <0,70 – 1,00] |

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable en función a los objetivos formulados que serán corroborados en los resultados.

Lugar: Pucallpa, 09 de noviembre del 2022,



Galván Gildemeister Octavio Francisco J.

Firma del juez


OPINIÓN DE APLICABILIDAD DEL INSTRUMENTO:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

| | | | |
|-----------------------------------|--|--------------------|---|
| Nombres y Apellidos | Octavio Francisco Javier Galván Gildemeister | DNI N° | 08687807 |
| Dirección domiciliaria | Jirón Iparía Mz. 55 Lote 13, Yarinacocha | Teléfono / Celular | 950438539 |
| Título profesional / Especialidad | Ingeniero Forestal | Firma |  |
| Grado Académico | Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible | | |
| Metodólogo/ temático | Especialista | Lugar y fecha | Pucallpa, 09 de noviembre del 2022 |

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

ANEXO 2*Validación de instrumentos, Juez N°2***VALIDACIÓN DE EXPERTOS****I. DATOS GENERALES**

Nombre : Wilmer Ortega Chávez
Título profesional: Licenciado en Educación
Especialidad : Educación Productiva y Desarrollo Sostenible
Grado académico: Post Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
Fecha : 16/11/2022

II. OBSERVACIONES PREFERENCIALES**a. FORMA:**

Presenta una adecuada descripción de los instrumentos que presenta para medir las variables determinadas como los indicadores formulados.

b. ESTRUCTURA:

Presenta coherencia sistémica para su aplicación.

III. APORTES

Es de aporte científico basado en la investigación tecnológica.

IV. SUGERENCIAS

No hay

Luego de la revisión de instrumento, a su opinión procede a su aprobación:

Si

No



Dr. Wilmer Ortega Chávez

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del juez : Wilmer Ortega Chávez
 1.2 Cargo e institución donde labora : Director de Edición y Publicación
 Universitaria UNIA.
 1.3 Nombre del instrumento evaluado : Instrumentos seleccionados por el Estudio

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

| INDICADORES | CRITERIOS | Deficiente | Baja | Regular | Buena | Muy buena |
|-----------------|--|------------|------|---------|-------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible | | | | | ✓ |
| 2. OBJETIVIDAD | Permite medir hechos observables | | | | | ✓ |
| 3. ACTUALIDAD | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología | | | | | ✓ |
| 4. ORGANIZACIÓN | Presentación ordenada | | | | | ✓ |
| 5. SUFICIENCIA | Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente | | | | | ✓ |
| 6. PERTINENCIA | Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados | | | | | ✓ |
| 7. CONSISTENCIA | Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos | | | | | ✓ |
| 8. COHERENCIA | Entre variables, indicadores y los ítems | | | | | ✓ |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito de la investigación | | | | | ✓ |
| 10. APLICACIÓN | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente | | | | | ✓ |

| | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala) | A | B | C | D | E |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

| CATEGORIA | | INTERVALO |
|-------------|--------|---------------|
| Desaprobado | ○ | [0,00 – 0,60] |
| Observado | ○ | <0,60 – 0,70] |
| Aprobado | ○ X | <0,70 – 1,00] |

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento debe aplicarse en función a los objetivos formulados para corroborar en los resultados.

Lugar: Pucallpa, 15 de noviembre del 2022.


 Dr. Wilmer Ortega Chávez


OPINIÓN DE APLICABILIDAD DEL INSTRUMENTO:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

| | | | |
|-----------------------------------|--|--------------------|---|
| Nombres y Apellidos | Wilmer Ortega Chávez | DNI N° | 80040605 |
| Dirección domiciliaria | Jr. Los Pinos Mz. E. Lt. 7 Hco. Perú | Teléfono / Celular | 941389701 |
| Título profesional / Especialidad | Educación Productiva y Desarrollo Sostenible | Firma |  |
| Grado Académico | Post Doctor en Investigación Cualitativa | | |
| Metodólogo/ temático | Metodólogo | Lugar y fecha | Pucallpa, 15 de noviembre del 2022 |

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

ANEXO 3*Validación de instrumentos, Juez N°3*

VALIDACIÓN DE EXPERTOS**I. DATOS GENERALES**

Nombre: Jenny Paola Zeña Rubio
Título Profesional: Ingeniero Ambiental
Especialidad: Ingeniero Ambiental
Grado Académico: Maestro en ciencias en medio ambiente, gestión sostenible y responsabilidad social.
Fecha: 10 de noviembre de 2022

II. OBSERVACIONES PREFERENCIALES**II.1. FORMA:**

Describe de forma adecuada los instrumentos y metodología.

II.2. ESTRUCTURA:

Existe relación coherente entre su metodología y aplicación.

III. APORTES

Es de aporte científico y tecnológico.

IV. SUGERENCIAS

Ninguna

Luego de la revisión de instrumento, a su opinión procede a su aprobación:

Si

No



M. Sc. Jenny Paola Zeña Rubio

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del juez : Jenny Paola Zeña Rubio
 1.2 Cargo e institución donde labora : Docente – Universidad Nacional de Ucayali
 1.3 Nombre del instrumento evaluado : Instrumentos seleccionados para el estudio.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

| INDICADORES | CRITERIOS | Deficiente | Baja | Regular | Buena | Muy buena |
|-----------------|--|------------|------|---------|-------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible | | | | | ✓ |
| 2. OBJETIVIDAD | Permite medir hechos observables | | | | | ✓ |
| 3. ACTUALIDAD | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología | | | | | ✓ |
| 4. ORGANIZACIÓN | Presentación ordenada | | | | | ✓ |
| 5. SUFICIENCIA | Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente | | | | | ✓ |
| 6. PERTINENCIA | Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados | | | | | ✓ |
| 7. CONSISTENCIA | Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos | | | | | ✓ |
| 8. COHERENCIA | Entre variables, indicadores y los ítems | | | | | ✓ |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde al propósito de la investigación | | | | | ✓ |
| 10. APLICACIÓN | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente | | | | | ✓ |

| CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala) | A | B | C | D | E |
|--|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

| CATEGORIA | | INTERVALO |
|-------------|--------|---------------|
| Desaprobado | ○ | [0,00 – 0,60] |
| Observado | ○ | <0,60 – 0,70] |
| Aprobado | ○ X | <0,70 – 1,00] |

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable en función a los objetivos formulados que serán corroborados en los resultados.

Lugar: Pucallpa, 10 de noviembre del 2022,




M. Sc. Jenny Paola Zeña Rubio

OPINIÓN DE APLICABILIDAD DEL INSTRUMENTO:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

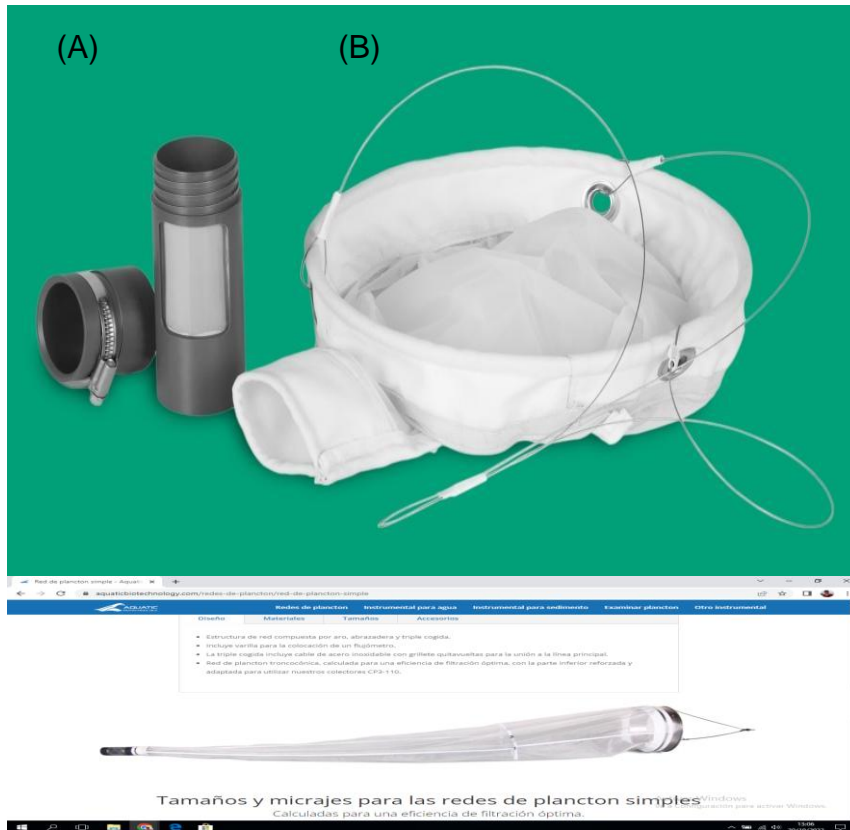
| | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------|---|
| Nombres y Apellidos | Jenny Paola Zeña Rubio | DNI N° | 40029690 |
| Dirección domiciliaria | Jr. Los Naranjos Mz. 29 Lt. 12, Manantay – Coronel Portillo - Ucayali | Teléfono / Celular | 943049465 |
| Título profesional / Especialidad | Ingeniero Ambiental | Firma |  |
| Grado Académico | Maestro en ciencias en medio ambiente, gestión sostenible y responsabilidad social. | | |
| Metodólogo/ temático | Especialista | Lugar y fecha | Pucallpa, 10 de noviembre de 2022 |

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

ANEXO 4

Red de fitoplancton y zooplancton: Colector (A) y red (B)



Nota: AQUATIC BIOTECHNOLOGY (2022). Red de plancton manual.
<https://aquaticbiotechnology.com/redes-de-plancton/red-de-plancton-manual>

Técnica a emplear:

- Posicionamiento de la embarcación, en el punto establecido como zona de muestreo.
- Se emplea la red de fitoplancton y zooplancton, de material de nylal con 40μ de abertura de poro, que en extremo final posee el tubo colector de muestra.
- Con la ayuda de un balde de 4 litros de capacidad de volumen se procede a coleccionar y filtrar 100 litros de agua de la superficie de la laguna.
- Una vez realizado el filtrado, se procede a trasvasiar lo obtenido en el colector, en frascos de vidrio, previamente esterilizados.
- Luego las muestras serán rotulan y colocan en una caja hermética de tecnoport, la que se embala para el traslado al laboratorio (teniendo en cuenta la cadena de custodia y conservación).
- En el laboratorio, para su conservación, se aplica lugol a una concentración del 1%.

ANEXO 5

Microscopio trinocular marca GREETMED, modelo: XSZ – 146AT



Técnica a emplear:

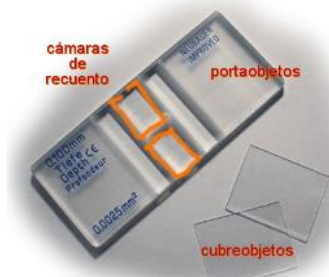
- a) Las muestras de agua obtenidas de la filtración de la red de fitoplancton y zooplancton y que fueron conservadas, con lugol a una concentración del 1%, serán analizadas con un microscopio trinocular marca Greetmed, con objetivos de 10X y 40X.
- b) Se identificará los organismos que componen el fitoplancton y zooplancton, empleando las claves taxonómicas de Ramírez (2000) y Fernández (2004) y se realizará el conteo con la cámara de Neubauer.

Nota: YBVALDIVIAS (2022). *Productos: MICROSCOPIO TRINOCULAR. Marca : GREETMED Mod: : XSZ - 146AT.*

<http://valdivias.com.pe/wp-content/uploads/2019/03/MICROSCOPIO-TRINOCULAR-GREETMED-MOD-XSZ-146AT-1.pdf>

ANEXO 6

Cámara de Neubauer



Esquema del hemocitómetro y procedimiento a seguir:

- Cada porta tiene dos cámaras de recuento.
- La muestra (suspensión de células) se aplica en el borde del cubre y entrará por capilaridad al espacio entre el porta y el cubre, llenando una de las cámaras.
- La altura de dicho espacio en una cámara de Neubauer es habitualmente de 0,1 mm
- Hay retículas trazadas en cada cámara de recuento que la dividen en 9 zonas cuadradas, de 1 mm de lado cada una. Las 4 zonas de las esquinas tienen una retícula interior más espaciada, la central una retícula más densa.
- Si se cuentan las células en los 4 cuadros de las esquinas, el volumen correspondiente es de $4 \times (1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm} \times 0,1 \text{ mm}) = 4 \times 0,1 \text{ mm}^3$.
- $0,1 \text{ mm}^3 = 0,1 \times 10^{-9} \text{ m}^3 = 0,1 \times 10^{-9} \times 10^3 \ell = 10^{-7} \ell = 10^{-4} \text{ ml}$.
- Entonces se puede calcular la concentración de células como $N \text{ células} / (4 \times 10^{-4} \text{ ml}) = N / 4 \times 10^4 \text{ células/ml}$ siendo $N = n^{\circ}$ total de células contadas en las 4 zonas

¿Cómo contar las células que tocan los bordes de un recuento?
Para evitar ignorarlas o contarlas dos veces, en cada cuadrado se cuentan las que tocan dos de los lados, siempre los mismos, y se ignoran las que tocan los otros dos.
Por ejemplo, se cuentan las que tocan los lados izquierdo o superior:

en el cuadrado 1, se contarán las verdes pero no las moradas.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Ejemplo y ejercicio

Técnica a emplear:

- Cada porta tiene dos cámaras de recuento.
- La muestra (suspensión de células) se aplica en el borde del cubre y entrará por capilaridad al espacio entre el porta y el cubre, llenando una de las cámaras.
- La altura de dicho espacio en una cámara de Neubauer es habitualmente de 0,1 mm
- Hay retículas trazadas en cada cámara de recuento que la dividen en 9 zonas cuadradas, de 1 mm de lado cada una.
- Las 4 zonas de las esquinas tienen una retícula interior más espaciada, la central una retícula más densa.
- Si se cuentan las células en los 4 cuadros de las esquinas, el volumen correspondiente es de:

$$4 \times (1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm} \times 0,1 \text{ mm}) = 4 \times 0,1 \text{ mm}^3$$

$$0,1 \text{ mm}^3 = 0,1 \times 10^{-9} \text{ m}^3 = 0,1 \times 10^{-9} \times 10^3 \ell = 10^{-7} \ell = 10^{-4} \text{ ml} .$$

- Entonces se puede calcular la concentración de células como $N \text{ células} / (4 \times 10^{-4} \text{ ml}) = N / 4 \times 10^4 \text{ células/ml}$ siendo $N = n^{\circ}$ total de células contadas en las 4 zonas

Nota: BIOMODEL (2019). *Recuento celular: determinación de la concentración de células en una suspensión.*

<https://biomodel.uah.es/tecnicas/cel/hemocitometro.htm>

ANEXO 7*Equipo multiparamétrico WTW Multi 340e*

Nota: INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA, S.L.(s/f). *Catálogo/aparatos/Equipo multifuncional WTW.*

<http://www.ictsl.net/productos/01d63694a80f7db0d/0000009f3a131b779.html>

Equipo multifunción WTW

Instrumento multiparamétrico resistente al agua de gran precisión para las mediciones in situ o en el laboratorio.

Lectura simultánea de todos los parámetros en una pantalla gráfica con retroiluminación.

Con el electrodo ConOx, se pueden realizar mediciones de pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto, simultáneamente.

Rangos

pH:

-2...20,00 +/-0,004 pH; -2,00...20,00 +/-0,01 pH

Conc. O₂:

0,00...20,00 mg/L +/-0,5%; 0,0...90,0 mg/L +/-0,5%

Saturación: 0,00...200,0% +/-0,5%; 0,0...600%

Conductividad:

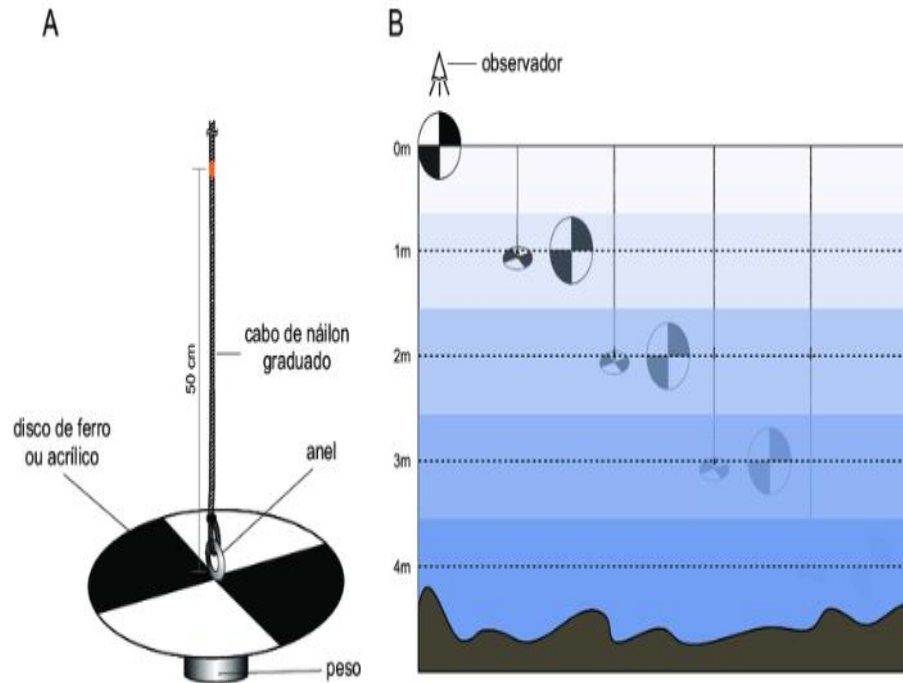
LF: 0,0 uS/cm... 200 mS/cm, 5 intervalos en AutoRange

Temperatura:

-5...+105,0 °C

ANEXO 8

Disco de Secchi: (A) instrumento; (B) observación de la transparencia del agua.



Nota: Manzolli, et. al. (2011). Estudios Oceanográficos: do instrumental ao prático.
https://www.researchgate.net/publication/253355824_Estudos_Oceanograficos_do_instrumental_ao_pratico/citation/download

Protocolo del Disco Secchi

El Protocolo de Transparencia con disco Secchi necesita tres medidas:

- 1) La distancia entre la superficie del agua y dónde el disco desaparece,
- 2) La distancia entre la superficie del agua y donde el disco reaparece, y
- 3) La distancia entre el observador y la superficie del agua.

Si está midiendo en la superficie del agua entonces anota "0" para la última medida.

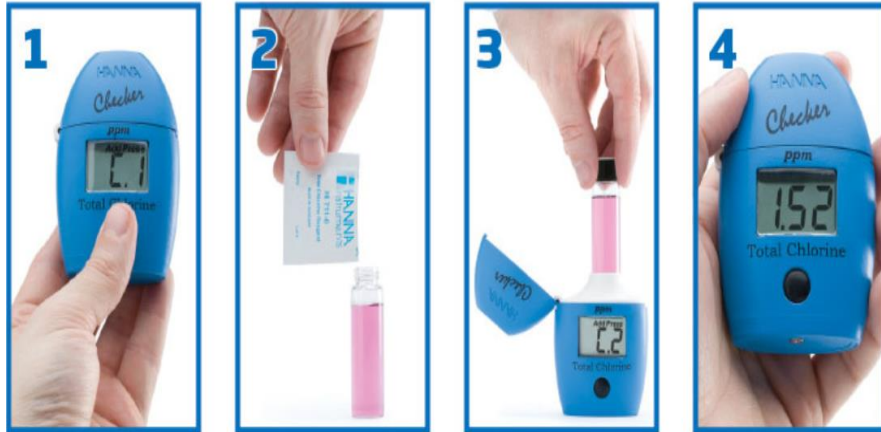
Saber la distancia entre el observador y la superficie del agua ayuda a los científicos a interpretar mejor y comparar datos entre sitios diferentes.

Si el disco Secchi alcanza el fondo de su cuerpo de agua antes de desaparecer, anote a profundidad del agua con un signo "mayor que" ">" (por ejemplo, >30 m).

No marque la cuerda del disco Secchi con distancias medidas de tal manera que puedas leer directamente en la cuerda. A menudo las cuerdas se estiran cuando están mojadas. Es mejor usar un metro de madera que emplear marcas en la cuerda.

Nota: Globe*2005 (s/f). Hidrología: Protocolo de transparencia del agua..

http://www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/hidrologia/protde trasparen ciadeagua.pdf

ANEXO 9**Medidor digital para análisis de fósforo Checker HC de Rango Alto - HI706**

1 Realizar "Zero" en el Checker®HC como indica el procedimiento.

3 Coloca el vial en tu Checker®HC.

2 Agrega el reactivo a la muestra de agua.

4 Presione el botón y lee los resultados.

Nota: HANNA instruments (s/f). Medidor digital para análisis de fósforo : Checker HC de Rango Alto - HI706

<https://hannachile.com/hi706-fosforo-rango-alto>

El Checker HC, así como un kit de prueba química, son diseños basados en reactivos con un cambio de color basado en la concentración. Los colorímetros de mano, así como los instrumentos portátiles y de sobremesa, utilizan el principio de Lambert-Beer para determinar el cambio de color. El cambio de color no es subjetivo como con el uso a simple vista.

El Checker® para Fósforo de Rango Alto de Hanna utiliza un LED de longitud de onda fija y un fotodetector de silicio para proporcionar la precisión de la instrumentación profesional al precio asequible de un kit químico de pruebas.

ANEXO 10*Analizador colorimétrico en continuo de nitrógeno total EZ7700*

Nota: HACH (s/f). Analizador de nitrógeno total EZ7700

<https://es.hach.com/asset-get.download.jsa?id=62584960552>

Técnica a emplear:

Monitorización automática en continuo de nitrógeno total (TN) en aplicaciones para aguas residuales y aguas en general con mediciones colorimétricas a 546 nm mediante reducción de hidracina y solución de color NEDD tras la digestión con persulfato en un medio alcalino, de conformidad con APHA 4500-N

ANEXO 11

Resultados de análisis físicos y químicos – 2015. Natura Analítica



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS

| Fecha de muestreo: | | 10/10/2015 | | Estudio: | | Calidad de agua | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-------------------|---|-------------------------------|---|
| Fecha de entrega de resultados: | | 10/10/2015 | | Kit de análisis: | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipo multiparamétrico WTW Multi 340e ✓ Disco Secchi ✓ Medidor digital para análisis de fosfatos. HI713 – fosfatos ✓ Fotómetro Portátil de Nitrato con CAL Check- HI97728 | | |
| Estación | Coordenadas | Oxígeno (mg.L ⁻¹) | Temperatura (°C) | pH | Transparencia (m) | N total (mg.L ⁻¹) | F total (mg.L ⁻¹) | DESCRIPCIÓN |
| YA-1 | 8°19'09.08" S 74°34'15.53" O | 6.60 | 31.20 | 8.10 | 0.43 | 0.10 | 0.15 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del río Ucayali |
| YA-2 | 8°21'01.76" S 74°34'24.51" O | 5.50 | 31.10 | 8.30 | 0.77 | 0.40 | 0.12 | Puerto Callao, gran influencia antrópica por actividades de comercio, turismo y transporte (población urbana) |
| YA-3 | 8°16'24.53" S 74°37'54.17" O | 6.90 | 30.40 | 8.30 | 0.53 | 0.10 | 0.07 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del caño de Cashibococha |
| YA-4 | 8°16'17.20" S 74°38'02.19" O | 6.30 | 30.40 | 8.00 | 0.25 | 0.10 | 0.10 | Frente a la CCNN de San Francisco (población rural) |

Responsable:

Bigo. Acui. Flor de María Asteria Rodríguez Vásquez
C.B.P. No. 9128

S.
A.
C.
Natura Analítica
ANÁLISIS CLÍNICO MICROBIOLÓGICO Y MOLECULARES, AGUAS Y ALIMENTOS
Av. Sáenz Peña N° 503
Teléfono: 283447

NATURA ANALITICA SAC.
Jull
Bigo. Alerdes E. Castillo Quezada
ESP. LABORATORIO CLÍNICO Y ANÁLISIS BIOLÓGICOS
CBP 5174 - RNE 9138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060

E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 12

Resultados de análisis físicos y químicos – 2016. Natura Analítica



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS

| Fecha de muestreo: | | 16/10/2016 | | Estudio: | | Calidad de agua | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-------------------|---|-------------------------------|---|
| Fecha de entrega de resultados: | | 16/10/2016 | | Kit de análisis: | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipo multiparamétrico WTW Multi 340e ✓ Disco Secchi ✓ Medidor digital para análisis de fosfatos. HI713 – fosfatos ✓ Fotómetro Portátil de Nitrato con CAL Check- HI97728 | | |
| Estación | Coordenadas | Oxígeno (mg.L ⁻¹) | Temperatura (°C) | pH | Transparencia (m) | N total (mg.L ⁻¹) | F total (mg.L ⁻¹) | DESCRIPCIÓN |
| YA-1 | 8°19'09.08" S 74°34'15.53" O | 6.40 | 29.10 | 7.80 | 0.69 | 0.10 | 0.15 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del río Ucayali |
| YA-2 | 8°21'01.76" S 74°34'24.51" O | 3.60 | 29.70 | 7.00 | 0.51 | 0.40 | 0.12 | Puerto Callao, gran influencia antrópica por actividades de comercio, turismo y transporte (población urbana) |
| YA-3 | 8°16'24.53" S 74°37'54.17" O | 5.10 | 29.60 | 7.80 | 0.73 | 0.10 | 0.08 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del caño de Cashibococha |
| YA-4 | 8°16'17.20" S 74°38'02.19" O | 3.70 | 29.60 | 7.80 | 0.66 | 0.10 | 0.10 | Frente a la CCNN de San Francisco (población rural) |

Responsable:
Blgo. Acui. Flor de María Asteria Rodríguez Vásquez
C.B.P. No. 9128

 S.
A.
C.
ANÁLISIS CLÍNICO MICROBIOLÓGICO Y MOLECULAR DE AGUAS Y ALIMENTOS
Av. Sáenz Peña N° 503
Teléfono: 283447


NATURA ANALÍTICA SAC.
Blgo. Alcides E. Castillo Quezada
ESP. LABORATORIO CLÍNICO Y ANÁLISIS BIOLÓGICOS
CBP 5174 - RNE 9138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 13

Resultados de análisis físicos y químicos – 2017. Natura Analítica



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS

| Fecha de muestreo: 27/10/2017 | | Estudio: | | Calidad de agua | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------|------------------|---|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Fecha de entrega de resultados: 27/10/2017 | | Kit de análisis: | | <input checked="" type="checkbox"/> Equipo multiparamétrico WTW Multi 340e <input checked="" type="checkbox"/> Disco Secchi <input checked="" type="checkbox"/> Medidor digital para análisis de fosfatos. HI713 – fosfatos <input checked="" type="checkbox"/> Fotómetro Portátil de Nitrato con CAL Check- HI97728 | | | | |
| Estación | Coordenadas | Oxígeno (mg.L ⁻¹) | Temperatura (°C) | pH | Transparencia (m) | N total (mg.L ⁻¹) | F total (mg.L ⁻¹) | DESCRIPCIÓN |
| YA-1 | 8°19'09.08" S 74°34'15.53" O | 6.20 | 28.00 | 7.80 | 1.50 | 0.10 | 0.16 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del río Ucayali |
| YA-2 | 8°21'01.76" S 74°34'24.51" O | 3.40 | 28.00 | 4.80 | 0.50 | 0.40 | 0.12 | Puerto Callao, gran influencia antrópica por actividades de comercio, turismo y transporte (población urbana) |
| YA-3 | 8°16'24.53" S 74°37'54.17" O | 5.00 | 27.80 | 6.50 | 1.20 | 0.10 | 0.08 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del caño de Cashibococha |
| YA-4 | 8°16'17.20" S 74°38'02.19" O | 4.50 | 27.70 | 6.20 | 0.80 | 0.10 | 0.10 | Frente a la CCNN de San Francisco (población rural) |

Responsable:
Blgo. Acui. Flor de María Asteria Rodríguez Vásquez
C.B.P. No. 9128

Natura Analítica S.A.C.
ANÁLISIS CLÍNICO MICROBIOLÓGICO Y MOLECULARES, AGUAS Y ALIMENTOS
Av. Sáenz Peña N° 503
Teléfono: 283447

NATURA ANALITICA SAC.
Blgo. Alcides E. Casajillo Quezada
ESP. LABORATORIO CLÍNICO Y ANÁLISIS BIOLÓGICOS
CRP 6174 - RNE 0138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 14

Resultados de análisis físicos y químicos – 2018. Natura Analítica



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS

| Fecha de muestreo: 14/10/2018 | | Estudio: | | Calidad de agua | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------|------------------|---|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Fecha de entrega de resultados: 14/10/2018 | | Kit de análisis: | | <input checked="" type="checkbox"/> Equipo multiparamétrico WTW Multi 340e <input checked="" type="checkbox"/> Disco Secchi <input checked="" type="checkbox"/> Medidor digital para análisis de fosfatos. HI713 – fosfatos <input checked="" type="checkbox"/> Fotómetro Portátil de Nitrato con CAL Check- HI97728 | | | | |
| Estación | Coordenadas | Oxígeno (mg.L ⁻¹) | Temperatura (°C) | pH | Transparencia (m) | N total (mg.L ⁻¹) | F total (mg.L ⁻¹) | DESCRIPCIÓN |
| YA-1 | 8°19'09.08" S 74°34'15.53" O | 5.20 | 29.50 | 7.90 | 0.50 | 0.10 | 0.16 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del río Ucayali |
| YA-2 | 8°21'01.76" S 74°34'24.51" O | 4.60 | 29.70 | 6.50 | 0.40 | 0.40 | 0.12 | Puerto Callao, gran influencia antrópica por actividades de comercio, turismo y transporte (población urbana) |
| YA-3 | 8°16'24.53" S 74°37'54.17" O | 4.60 | 28.90 | 7.82 | 0.50 | 0.10 | 0.07 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del caño de Cashibococha |
| YA-4 | 8°16'17.20" S 74°38'02.19" O | 3.60 | 28.80 | 7.51 | 0.40 | 0.10 | 0.10 | Frente a la CCNN de San Francisco (población rural) |

Responsable:
Blgo. Acui. Flor de Maria Asteria Rodríguez Vásquez
C.B.P. No. 9128

Natura Analítica S.A.C.
ANÁLISIS CLÍNICO MICROBIOLÓGICO Y MOLECULAR EN AGUAS Y ALIMENTOS
Av. Sáenz Peña N° 503
Teléfono: 283447

NATURA ANALÍTICA SAC.
Blgo. Alcides E. Castillo Quezada
ESP. LABORATORIO CLÍNICO Y ANÁLISIS BIOLÓGICO
CEP 6174 - RNE 0138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 15

Resultados de análisis físicos y químicos – 2019. Natura Analítica



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS

| Fecha de muestreo: 26/10/2019 | | Estudio: | | Calidad de agua | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------|------------------|---|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Fecha de entrega de resultados: 26/10/2019 | | Kit de análisis: | | <input checked="" type="checkbox"/> Equipo multiparamétrico WTW Multi 340e <input checked="" type="checkbox"/> Disco Secchi <input checked="" type="checkbox"/> Medidor digital para análisis de fosfatos. HI713 – fosfatos <input checked="" type="checkbox"/> Fotómetro Portátil de Nitrato con CAL Check- HI97728 | | | | |
| Estación | Coordenadas | Oxígeno (mg.L ⁻¹) | Temperatura (°C) | pH | Transparencia (m) | N total (mg.L ⁻¹) | F total (mg.L ⁻¹) | DESCRIPCIÓN |
| YA-1 | 8°19'09.08" S 74°34'15.53" O | 5.20 | 29.20 | 7.90 | 0.50 | 0.10 | 0.13 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del río Ucayali |
| YA-2 | 8°21'01.76" S 74°34'24.51" O | 4.60 | 29.20 | 6.50 | 0.35 | 0.40 | 0.12 | Puerto Callao, gran influencia antrópica por actividades de comercio, turismo y transporte (población urbana) |
| YA-3 | 8°16'24.53" S 74°37'54.17" O | 4.60 | 29.00 | 7.82 | 0.50 | 0.10 | 0.07 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del caño de Cashibococha |
| YA-4 | 8°16'17.20" S 74°38'02.19" O | 3.60 | 28.90 | 7.51 | 0.40 | 0.10 | 0.10 | Frente a la CCNN de San Francisco (población rural) |

Responsable:

Bigo. Acui. Flor de María Asteria Rodríguez Vásquez
C.B.P. No. 9128

Natura Analítica S.A.C.
ANÁLISIS CLÍNICO MICROBIOLÓGICO Y MOLECULARES, AGUAS Y ALIMENTOS
Av. Sáenz Peña N° 503
Teléfono: 283447

NATURA ANALÍTICA SAC.
Bigo. Alcides E. Castillo Quezada
ESP. LABORATORIO CLÍNICO Y ANÁLISIS BIOLÓGICOS
CBP 6174 - RNE 0138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 16

Resultados de análisis físicos y químicos – 2020. Natura Analítica



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS

| Fecha de muestreo: | | 30/10/2020 | | Estudio: | | Calidad de agua | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-------------------|---|-------------------------------|---|
| Fecha de entrega de resultados: | | 30/10/2020 | | Kit de análisis: | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipo multiparamétrico WTW Multi 340e ✓ Disco Secchi ✓ Medidor digital para análisis de fosfatos. HI713 – fosfatos ✓ Fotómetro Portátil de Nitrato con CAL Check- HI97728 | | |
| Estación | Coordenadas | Oxígeno (mg.L ⁻¹) | Temperatura (°C) | pH | Transparencia (m) | N total (mg.L ⁻¹) | F total (mg.L ⁻¹) | DESCRIPCIÓN |
| YA-1 | 8°19'09.08" S 74°34'15.53" O | 5.20 | 29.50 | 7.90 | 0.50 | 0.10 | 0.08 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del río Ucayali |
| YA-2 | 8°21'01.76" S 74°34'24.51" O | 5.20 | 29.50 | 7.30 | 0.50 | 0.20 | 0.08 | Puerto Callao, gran influencia antrópica por actividades de comercio, turismo y transporte (población urbana) |
| YA-3 | 8°16'24.53" S 74°37'54.17" O | 5.50 | 29.10 | 7.85 | 0.50 | 0.40 | 0.12 | Poca influencia antrópica, abastecimiento de agua del caño de Cashibococha |
| YA-4 | 8°16'17.20" S 74°38'02.19" O | 5.20 | 28.80 | 7.50 | 0.50 | 0.20 | 0.07 | Frente a la CCNN de San Francisco (población rural) |

Responsable:

Blgo. Acui. Flor de María Asteria Rodríguez Vásquez
C.B.P. No. 9128

Natura Analítica S.A.C.
ANÁLISIS QUÍMICO, BIOLÓGICO Y MOLECULARES AGUAS Y ALIMENTOS
Av. Sáenz Peña N° 503
Teléfono: 283447

NATURA ANALÍTICA S.A.C.

Blgo. Alcides E. Castillo Quezada
ESP. LABORATORIO CLÍNICO Y ANÁLISIS BIOLÓGICO
RIP 6174 - RNE 6138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060

E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 17

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Nombre del investigador: FLOR DE MARÍA ASTERIA RODRÍGUEZ VÁSQUEZ

Título de la Investigación: “EL FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA, DURANTE EL PERIODO DEL 2015 AL 2020, EN LA LAGUNA DE YARINACocha, UCAYALI, 2023”

| FORMULACION DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES ¹ | Dimensiones | INDICADORES |
|--|--|--|--|---|---|
| Problema General | Objetivos general | Hipótesis general | Variable independientes | | |
| ¿En qué medida el fitoplancton y zooplancton actúan como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha, durante el periodo del 2015 al 2020? | Evaluar como el fitoplancton y zooplancton actúan como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha | El fitoplancton y el zooplancton actúan como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha | Fitoplancton y zooplancton | Análisis y evaluación de organismos del fitoplancton y zooplancton | <ul style="list-style-type: none"> Comunidades (por grupos taxonómicos) Abundancia (individuo/cm³) Coloración y características físicas de los microorganismos. |
| Problemas específicos | Objetivos específicos | Hipótesis específicas | Variable dependiente | Dimensiones | INDICADORES |
| <p>✓ ¿Cómo identificar los organismos que forman parte de las comunidades de fitoplancton y zooplancton que existen en la laguna de Yarinacocha?</p> <p>✓ ¿Cómo se presentan las características físico químicas del agua que influyen en la composición</p> | <p>✓ Identificar los organismos que forman parte de las comunidades de fitoplancton y zooplancton que existen en la laguna de Yarinacocha.</p> <p>✓ Analizar las características físico químicas del agua y su influencia en la composición de las</p> | <p>Ha: “El fitoplancton y el zooplancton actúan significativamente como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de Yarinacocha”</p> <p>Ho: “El fitoplancton y el zooplancton no</p> | Calidad del agua de la laguna de Yarinacocha | <p>Parámetros físicos: Luz Temperatura</p> <p>Parámetros químicos: Oxígeno pH Nutrientes.</p> | <p>Luz: Identifica la influencia de la luz en el crecimiento poblacional de los organismos autótrofos.</p> <p>Temperatura: Analiza y evalúa la relación entre la temperatura y la velocidad de crecimiento exponencial.</p> <p>Oxígeno: Determina como las altas concentraciones de</p> |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| de las comunidades de fitoplancton y zooplancton? ✓ ¿Cómo determinar los organismos que componen las comunidades de fitoplancton y zooplancton e indican las condiciones de calidad del agua? | comunidades de fitoplancton y zooplancton. ✓ Determinar que los organismos que componen las comunidades de fitoplancton y zooplancton indican las condiciones de calidad del agua | actúan significativamente como bioindicadores de calidad de agua en la laguna de "Yarinacocha" | | | oxígeno pueden inhibir la fijación de carbono. pH: Identifica el rango óptimo de pH para el crecimiento del fitoplancton. Nutrientes: Determina el desarrollo equilibrado de las especies, al haber un exceso o déficit, otorgándoles características diferenciales que permiten indicar la condición del cuerpo de agua. |
|--|--|--|--|--|---|

| TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION | POBLACION, MUESTRA | DISEÑO DE INVESTIGACION | TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION | INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION |
|---|---|--|---|--|
| <p>1. Tipo de investigación Explicativa</p> <p>2. Nivel de investigación Nivel correlacional lineal</p> | <p>Población El área de estudio comprendió la laguna de Yarinacocha, ubicada en el distrito del mismo nombre, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Según Cervano (2016) posee una profundidad de 6 a 22 metros según la época del año, a una altitud de 157m sobre el del mar (p.25), Geográficamente ubicada entre las coordenadas 8°18'29S 74°36'5"O, y posee una longitud de 4 Km.</p> <p>Muestra Está determinada por el calculo del tamaño de muestra de una población finita (4 estaciones)</p> | <p>Tipo de diseño El diseño de investigación según su propósito es longitudinal, las variables se midieron en varias oportunidades a través del tiempo, con la finalidad de estudiar la variación de su comportamiento (Corona, 2016, p.82).</p> <p>Técnicas estadísticas Los datos se almacenaron y procesaron en el programa Excel 2010, para caracterizar las estaciones de muestreo y su comportamiento anual durante el periodo de estudio. Los resultados de número de individuos (N), riqueza de especies (S) y los índices de diversidad de Simpson, Margalef y de Shannon-Weiner se presentan en tablas y gráficos haciendo uso de las fórmulas en el programa Excel.</p> | <p>Técnicas bibliográficas a) Fichaje b) Análisis de contenido.</p> <p>Técnicas de campo Salidas de campo, con colectas de muestras y toma de datos in situ, con equipos y materiales para análisis físicos y químicos. Las muestras biológicas colectadas y colocadas en cajas de tecnoport teniendo en consideración la cadena de custodia y conservación, y luego analizadas (identificación y conteo de fitoplancton y zooplancton), en las instalaciones del laboratorio Natura Analítica S.A.C.</p> | <p>Instrumentos: Fichas de registro de datos.</p> |

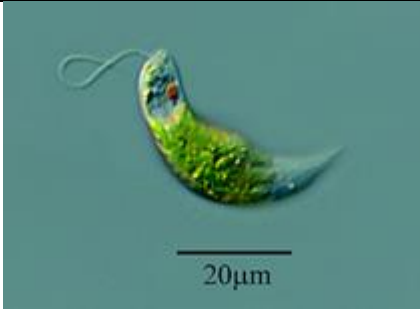





ANEXO 18


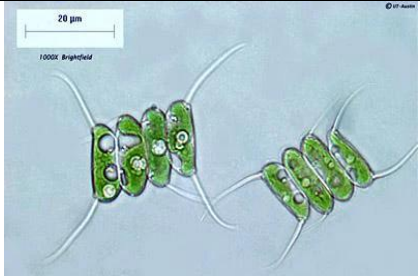



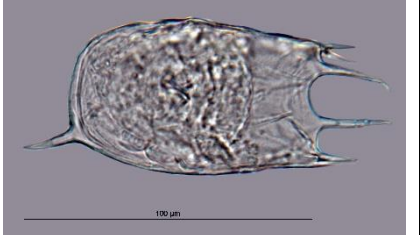
Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN | |
|---|---|---|--|----------------------------------|---|--------------------|--|
| VARIABLE INDEPENDIENTE Fitoplancton y zooplancton | Comunidades planctónicas que representan el estado o condición del cuerpo de agua por la presencia o abundancia de determinados nutrientes. | En la variable de estudio se empleará una red de plancton con malla de 40 μ de abertura de malla, para filtrar 100 litros de aguas superficiales del cuerpo de agua en estudio. | Análisis y evaluación de organismos del fitoplancton y zooplancton | | Comunidades | Nominal | Grupos taxonómicos |
| | | | | | Abundancia | | Individuo/cm ³ |
| | | | | | Características | | Color, forma, estructuras |
| VARIABLE DEPENDIENTE Calidad del agua de la laguna de Yarinacocha | Es el grado de contaminación que evidencia el cuerpo de agua muestreado. | La medición de los parámetros físicos (temperatura) y químicos (oxígeno y pH) se realizará con el equipo multiparamétrico WTW Multi 340e, los nutrientes con los checkers HANNA para nitratos y fosfatos, la transparencia (luz) se medirá con un disco de Secchi.. | P. físicos | Luz | Identifica la influencia de la luz en el crecimiento poblacional de los organismos autótrofos. | De intervalo | Profundidad de visibilidad del agua desde la superficie (m) |
| | | | | Temperatura | Analiza y evalúa la relación entre la temperatura y la velocidad de crecimiento exponencial. | | °C |
| | | | Parámetros Químicos | Oxígeno | Determina como las altas concentraciones de oxígeno pueden inhibir la fijación de carbono. | | mg. L ⁻¹ |
| | | | | pH | Identifica el rango óptimo de pH para el crecimiento del fitoplancton | | (0-14) |
| | | | | Nutrientes (nitratos y fosfatos) | Determina el desarrollo equilibrado de las especies, al haber un exceso o déficit, otorgándoles características diferenciales que permiten indicar la condición del cuerpo de agua. | | Nitratos: mg. L ⁻¹ (ppm) Fosfatos: mg. L ⁻¹ (ppm) |

ANEXO 19

Imágenes referenciales del fitoplancton y zooplancton identificado

| | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--|---------------------|----------------------------------|---|
| <i>Euglenophytas</i> | <i>Euglena viridis</i> |  <p>Nota: @Wordpress.com. Evolución en Euglena & company: de la depredación a la fotosíntesis (2012). Consultado el 15 de febrero del 2023. https://cnho.wordpress.com/2012/08/02/origen-evolucion-en-euglena-company-de-la-depredacion-a-la-fotosintesis/</p> | <i>Chlorophytas</i> | <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> |  <p>Nota: © 2023 UTEX Culture Collection of Algae. UTEX (s.f.). Consultado el 15 de febrero del 2023. https://utex.org/products/utex-0089?variant=30991237709914</p> |
| | <i>Euglena spirogyra</i> |  <p>Nota: Copyright © 2004-2023. www.biodiversidadvirtual.org. Guillèn, A. (2010). Consultado el 15 de febrero del 2023. https://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Euglena-spirogyra-img21.html</p> | | <i>Chlorella sp.</i> |  <p>Nota: © 2023 UTEX Culture Collection of Algae. UTEX (s.f.). Consultado el 15 de febrero del 2023. https://utex.org/products/utex-2168?variant=30991923707994</p> |
| | <i>Euglena sp.</i> |  <p>Nota: Copyright © 2023. Fine Art America – All Rights Reserved. Consultado el 15 de febrero del 2023. https://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Euglena-spirogyra-img21.html</p> | | <i>Chlorella vulgaris</i> |  <p>Nota: @darwinbiological.co.uk. Consultado el 15 de febrero del 2023. http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Images/Mastigophora/Trachelomonas/pusilla/sp_07.jpg</p> |

| | | | | | |
|---------------|-------------------------------|--|--------------|--------------------------------|---|
| Euglenophytas | <i>Trachelomona pusilla</i> |  Nota: Copyright © 1995-2018. Protist Information Server. Consultado el 15 de febrero del 2023. http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Images/Mastigophora/Trachelomonas/pusilla/sp_07.jpg | Chlorophytas | <i>Scenedesmus quadricauda</i> |  Nota: © 2023 UTEX Culture Collection of Algae. UTEX (s.f.). Consultado el 15 de febrero del 2023. https://utex.org/products/utex-b-0614 |
| | <i>Trachelomona superba</i> |  Nota: Copyright © 1995-2007 Protist Information Server. Consultado el 15 de febrero del 2023. http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB8/PCD0102/htmls/84.html | | <i>Pandorina</i> sp. |  Nota: ©2023 iStockphoto LP. iStock (s.f.). Consultado el 15 de febrero del 2023. https://www.istockphoto.com/es/foto/pandorina-sp-algas-bajo-vista-microsc%C3%B3pica-gm1130868306-299223692 |
| | <i>Trachelomona volvocina</i> |  Nota: Copyright © 1995-2007 Protist Information Server. Consultado el 15 de febrero del 2023. http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Images/Mastigophora/Trachelomonas/volvocina/sp_09.html | | Cianophyta | <i>Chroococcus turgidus</i> |
| Rotífero | <i>Keratella valga</i> |  Nota: Copyright © 1999-2023 BioLib. Jurnicek, J. (2016). Consultado el 15 de febrero del 2023. https://www.biolib.cz/en/image/id319330/ | | | |