



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“ANÁLISIS DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA DE LA
LAGUNA PUERTO VIEJO, CAÑETE, LIMA-PERÚ”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Mauro Andrés Ríos Sánchez (0000-0002-7653-6122)

Valerio Augusto Del Rio Ponte (0000-0002-9393-7630)

Asesor:

Mey-Ling Rita Espinoza Kou (0000-0003-2415-9043)

Lima – Perú

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 08 de febrero del 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Dámaso Wilfredo Ramírez Huaroto
Miembro: Blgo. Freddy Daniel Barona Narváez
Miembro: Dra. Ing. Sara Regina Purca Cuicapusa

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"ANÁLISIS DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA DE LA LAGUNA PUERTO VIEJO, CAÑETE, LIMA-PERÚ"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Mauro Andrés Ríos Sánchez**
- **Valerio Augusto Del Río Ponte**

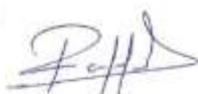
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Mey-Ling Rita Espinoza Kou

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los tesisistas de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple (X) calificar a:

Tesisista: Mauro Andrés Ríos Sánchez & Valerio Augusto Del Río Ponte		Nota (en letras): (Quince) 15	
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Dámaso Wilfredo Ramírez Huaroto
Presidente



Blgo. Freddy Daniel Barona Narvaez
Miembro 1



Dra. Ing. Sara Regina Purca Cuicapusa
Miembro 2



Mg. Mey-Ling Rita Espinoza Kou
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima 12 de febrero del 2023

Señor, Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: Mauro Andrés Ríos Sánchez y Valerio Augusto Del Rio Ponte, estudiante/egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis Mey-Ling Rita Espinoza Kou, declaramos que este informe final de tesis de investigación titulado: Análisis de la calidad biológica del agua de la laguna Puerto Viejo, Cañete, Lima-Perú; sustentado para obtener el título de Ingeniero Ambienta es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos ², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

**Firma tesista
DNI: 71021698
y 75444704**

**Firma del asesor de
tesis DNI: 44173768**

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Análisis de la calidad biológica del agua de la laguna Puerto Viejo, Cañete, Lima-Perú

Autores. Mauro Andres Rios Sanchez; Valerio Augusto Del Rio Ponte.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2119378100).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



DEDICATORIA

A Dios, por brindarnos la fuerza y esperanza necesaria para poder sobrellevar todos los problemas existentes.

A nuestra asesora, Mey-Ling R. Espinoza Kou, por apoyarnos incondicionalmente y brindarnos asesoría durante todo el proceso de elaboración de la investigación.

A nuestro co-asesor, Eduardo Braulio Sánchez Rioja, por ser un gran amigo, guía y apoyo, que nos supo encaminar correctamente en el proceso de elaboración del presente documento.

A nuestros PADRES Y FAMILIARES, por darnos su apoyo incondicional en todo momento y ser un pilar fundamental para el desarrollo del presente documento.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarnos la oportunidad de seguir vivos y darnos la esperanza para poder sobrellevar todos estos tiempos difíciles.

A Eduardo Braulio Sánchez Rioja, por su confianza, amistad y sabios consejos, los cuales nos sirvieron para poder encaminar correctamente el presente proyecto a pesar de las circunstancias difíciles generadas por esta pandemia que nos afectó tanto en el ámbito económico como en el psicológico.

A nuestros padres y familiares cercanos, debido a que nos brindaron apoyo emocional y económico en todo momento. Ellos, en conjunto con nuestros ánimos de superación personal y el apoyo de nuestra asesora y co-asesor, hicieron posible la satisfactoria culminación del presente proyecto. Gracias a estas personas, pudimos sobrellevar todo el proceso de manera correcta, hasta lograr terminar el presente trabajo.

INDICE

I.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
	1. Justificación de la investigación	3
II.	MARCO TEÓRICO.....	5
	1. Antecedentes del estudio	5
	2. Concepto de humedales.....	6
	3. Humedales de la costa	7
	4. Características físicas y biológicas de los humedales de la costa	8
	5. Actividades antropogénicas sobre los humedales de la costa	8
	6. Situación actual de los humedales de Puerto Viejo	9
	7. Comunidades hidrobiológicas	9
III.	OBJETIVOS	10
	1. Objetivos	10
IV.	METODOLOGÍA.....	11
	1. Descripción del área de estudio	11
	2. Materiales	12
	3. Método.....	13
	3.1. Toma de muestra de comunidades hidrobiológicas	13
	3.2. Análisis de las muestras	17
	3.3. Análisis de datos.....	18
	3.4. Análisis estadístico	21
V.	RESULTADOS	22

1.	Resultados de la comunidad hidrobiológica	22
1.1.	Plancton.....	22
1.2.	Perifiton.....	30
1.3.	Bentos.....	36
1.4.	Necton	40
VI.	DISCUSIÓN.....	41
	Respecto a las comunidades hidrobiológicas.....	41
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
1.	Conclusiones.....	52
2.	Recomendaciones	53
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
IX.	ABREVIATURAS.....	68
X.	ANEXOS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.	12
Figura 2: Toma de muestra de la comunidad de Fitoplancton.	14
Figura 3: Toma de muestra de la comunidad de Zooplancton.	14
Figura 4: Toma de muestra de la comunidad de Perifiton.	15
Figura 5: Toma de muestra de la comunidad de Bentos.	16
Figura 6: Toma de muestra de la comunidad de Necton.	16
Figura 7: Riqueza de especies a nivel de división de fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8: Abundancia relativa de especies a nivel de división de fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9: Índices comunitarios del fitoplancton por temporada en la Laguna de Puerto Viejo.	25
Figura 10: Análisis de Componentes Principales por estación de muestreo de las Lagunas de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	27
Figura 11: Riqueza de especies a nivel de phylum zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12: Abundancia relativa de especies a nivel de phylum zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13: Índices comunitarios del zooplancton por temporada en la Laguna de Puerto Viejo.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14: Riqueza de especies a nivel de división de perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.

Figura 15: Abundancia relativa de especies a nivel de división perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 16: Índices comunitarios del perifiton vegetal por temporada en la Laguna de Puerto Viejo. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 17: Riqueza de especies a nivel de phylum de perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 18: Abundancia relativa de especies a nivel de phylum perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 19: Índices comunitarios del perifiton animal por temporada en la Laguna de Puerto Viejo. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 20: Riqueza de especies a nivel de orden de bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 21: Abundancia relativa de especies a nivel de orden de bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 22: Índices comunitarios del bentos por temporada en la Laguna de Puerto Viejo..... 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estaciones de muestreo y localización.	11
Tabla 2. Riqueza del fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Abundancia relativa del fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Índices comunitarios del fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Índices IDG del fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6. Valores fisicoquímicos de la columna de agua por estación de muestreo de las Lagunas de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Riqueza del zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Abundancia relativa del zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	29
Tabla 9. Índices comunitarios del zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 10. Riqueza del perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 11. Abundancia relativa del perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 12. Índices comunitarios del perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 13. Riqueza del perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 14. Abundancia relativa del perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 15. Índices comunitarios del perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 16. Riqueza del bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 17. Abundancia relativa del bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 18. Índices comunitarios del bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca. 40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Detalle de resultados de la comunidad de Fitoplancton. **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 2. Detalle de resultados de la comunidad de Zooplancton. **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 3. Detalle de resultados de la comunidad de Perifiton Vegetal. **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 4. Detalle de resultados de la comunidad de Perifiton Animal. **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 5. Detalle de resultados de la comunidad de Bentos. **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 6. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de bentos del punto HB-01..... 76

Anexo 7. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de plancton del punto HB-01. 76

Anexo 8. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de necton del punto HB-01. 77

Anexo 9. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de bentos del punto HB-02..... 77

Anexo 10. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de plancton del punto HB-02. 78

Anexo 11. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de necton del punto HB-02. 78

Anexo 12. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de bentos del punto HB-03..... 79

Anexo 13. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de plancton del punto HB-03. 79

Anexo 14. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de necton del punto HB-03. 80

RESUMEN

Los Humedales son estructuras relevantes las cuales ofrecen funciones hidrológicas, biogeoquímicas y biológicas. Estos permiten el resguardo de costas y mantenimiento de la diversidad. Los Humedales de Puerto Viejo, cumplen una importante función ecológica además de ser un segmento importante de la ruta Biotica del Pacífico, siendo entre sus principales cualidades ser una fuente de vida para sostener a muchas especies. La presente investigación determinó la calidad biológica del agua de las lagunas del Humedal De Puerto Viejo. Se evaluó población de organismos hidrobiológicos (plancton, perifiton, bentos y necton) durante dos temporadas (húmeda y seca), de 5 estaciones de muestreo. Se realizó la identificación taxonómica y se determinó la composición, abundancia y diversidad de las comunidades hidrobiológicas. En adición, se pudo realizar un análisis de factores principales de los datos físico-químicos como pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura.

La comunidad del plancton (fitoplancton y zooplancton) no presentó variaciones en los análisis realizados durante ambas temporadas. Asimismo, la comunidad de perifiton (vegetal y animal) y de bentos no presentaron variaciones En las identificaciones efectuadas en dichas temporadas. En la comunidad de necton se pudo registrar la presencia de individuos de las familias Poeciliidae y Cichlidae. El índice de IDG mostró que durante la temporada húmeda la calidad de agua tuvo “polución moderada”; no obstante, durante la temporada seca se registraron valores variables de IDG.

Palabras clave: Humedales de Puerto Viejo, comunidades hidrobiológicas, bioindicadores, calidad biológica.

ABSTRACT

Wetlands are important components that enable hydrobiological, biogeochemical and biological functions. These ecosystems allow the protection of coasts, diversity conservation and nutrient recycling. Wetlands of Puerto Viejo are part of the Pacific Biological Passage and perform an important ecological function. One of its main qualities is being an important source of life to support different species. Nevertheless, these ecosystems are mainly affected by direct human activity over this wetland. In this research the biological quality of water in the Wetlands of Puerto Viejo was determined. Hydrobiological organisms population (plankton, periphyton, benthos and nekton) was evaluated from 2 seasons (wet and dry), of 5 points of sampling. We applied taxonomic identification and determined the composition, abundance and diversity of the hydrobiological communities. Furthermore, an analysis of Principal Components was performed using the physiochemical information such as pH, conductivity, dissolved oxygen and temperature.

As a result, we observed that the plankton community (phytoplankton and zooplankton) did not presented variations in the analyses of both seasons. Thus, the community of periphyton and benthos, also, did not presented variations along the evaluations of both seasons. In the nekton community, the presence of individuals from the families Poeciliidae and Cichlidae was registered. The IDG index showed that during the wet

season, the water quality was “moderate pollution”; meanwhile in the dry season, the IDG index showed variable values of the water quality.

Keywords: Wetlands of Puerto Viejo, hydrobiological communities, bioindicators, biological quality.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Procesos de naturaleza hidrológica, biológica y geomorfológica existentes en un cuerpo de agua corresponde a la definición del análisis de la calidad de agua (Chéng et al., 2018). Siendo de esta manera, los bioindicadores acuáticos, parámetros estadísticos constituidos a razón de mediciones discretas de sus variables (Vilmin et al., 2018); También se puede conocer como la expresión tangible de las alternaciones fisiológicas y biológicas nacientes de las variaciones histológicas y bioquímicas del cuerpo de agua en estudio, a razón de la existencia de un agente contaminante (Scholz et al., 2011). De forma práctica, la evaluación de los hallazgos generados de su utilización puede ser tratada molecularmente, mediante marcadores moleculares, o taxonómicamente mediante las tendencias de especies representativas como plancton, bentos, perifiton y necton (Hook et al., 2014). El plancton, está compuesto por un conjunto de algas microscópicas de una gran importancia ecológica, teniendo como ejemplar representativo las Diatomeas (Omar, 2010); otro tipo de algas fundamentalmente importantes, son las pertenecientes al grupo perifiton, debido a su alta sensibilidad ambiental expresada en su tasa de intercambio de especies; además de ser importantes en el flujo energético y ciclaje de nutrientes de los ecosistemas acuáticos (Cosgrove et al., 2004). El Necton, peces, son bioindicadores para la contaminación ambiental, debido a que proporcionan una visión integrada del estado del contexto durante largos periodos de tiempo (Plessl et al., 2017). Los bentos son macroinvertebrados denominados como bioindicadores por su capacidad de mostrar las características ecológicas y funcionales de un cuerpo de agua por un periodo largo de tiempo (Angradi et al., 2017).

Las funciones hidrológicas, biogeoquímicas y biológicas de un paisaje dependen de distintos componentes, siendo los humedales, el principal factor para aquellos que lo poseen (Cohén *et al.*, 2016) por ser importantes depuradores naturales, característica obtenida debido a su composición de macrofitos, sustrato, hidrología, velocidad de carga de la superficie, modo de alimentación del afluente y temperatura (Almuktar *et al.*, 2018). Otro factor, es su importancia para el desarrollo económico local y global; siendo los humedales costeros los que mas aportan debido a la diversidad de bienes y servicios brindados (Londón, 2005); Estos últimos son caracterizados por poseer superficies constantemente inundadas, siendo los lacustres, los que están relacionados con lagunas naturales (Moschella, 2012). Este componente esencial del ecosistema, esta siendo afectado por acciones humanas de forma directa e indirecta (Sánchez *et al.*, 2015). El calentamiento global es la expresión indirecta, el cual produce un incremento en la salinidad y sedimentación de los humedales costeros debido al aumento del nivel del mar (Nicholls *et al.*, 1999); Por otro lado, actividades tales como el crecimiento urbano y el cambio de uso de suelo, generan un impacto directo causando, en algunos casos, daños irremediables en estos sistemas ecológicos (Blankespoor *et al.*, 2014); esta información es contrastada por un estudio realizado por Lin & Yu (2018) , el cual, en el periodo de 1990-2015 realizo una evaluación de los factores ocasionate de la reducción de humedales, concluyendo, que su degradación esta estrechamente relacionada con el crecimiento económico regional, entendido en porcentaje de conversión de humedales debido a actividades como la acuicultura, urbanización y la agricultura

En abril del 2017, el gobierno del Perú emitió la Resolución Ministerial N 95-2017-MINAM, la cual declaraba desprotección estatal de la Zona Reservada de Humedales de Puerto Viejo, esta misma resolución fue debatida mediante el Acuerdo Consejural N070-2017-CR/GRL, tomando de sustento un posible impacto al humedal antes mencionado. Desde la fecha en mención, debido a las demandas y presiones políticas y económicas por parte del sector privado, distintas partes del humedal están siendo ocupadas.

Debido a esto , el objetivo de la investigación es determinar la calidad biológica actual del agua de las lagunas de los humedales de Puerto Viejo para verificar su situación actual.

1. Justificación de la investigación

La depuración de agua se puede lograr mediante procesos antropológicos o naturales; siendo este ultimo realizado principalmente por humedales, los cuales, pueden realizar esa función debido a su sustrato, composición de macrofitos, sistema hidrológico, velocidad de carga de superficie, vía de alimentación del afluente y temperatura (Almuktar et al., 2018). Además, son componentes importantes del paisaje; esto se debe a las funciones biogeoquímicas, hidrobiológicas y biológicas que estos les brindan (Cohén et al., 2016). Estas áreas multifuncionales, son comúnmente afectadas por acciones humanas, las cuales se expresan de manera directa e indirecta (Sanchez et al., 2015). El calentamiento global es la expresión indirecta, el cual produce un incremento en la salinidad y sedimentación de los humedales costeros debido al aumento del nivel del mar (Nicholls et al., 1999); Por otro lado, actividades tales como el crecimiento urbano y el cambio de uso de suelo, generan un impacto directo causando, en algunos casos, daños irremediables en estos sistemas ecológicos (Blankespoor et al., 2014)

Por estas razones en el año 2008 se le otorga el estatus de zona reservada al Humedal de Puerto viejo (Moschella, 2012); sin embargo, en abril del 2017, la SERNANP emitió un informe, el cual indica la descategorización de *zona reservada*, tomando de sustento un supuesto agravio a una importante área natural. Esto ha generado que la extensa demanda turística del lugar, las organizaciones hoteleras e inmobiliarias, presionen al Estado con el objetivo de abarcar más sectores del humedal.

Por lo tanto, surge la necesidad de “Determinar” la Calidad biológica actual del agua de las lagunas de los Humedales de Puerto Viejo para evaluar cuál es la situación actual que acontece dicho ecosistema.

II. MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes del estudio

La laguna De Puerto Viejo se ubica en el Departamento Limeño; y constituye un grupo de cuerpos de agua de diferentes profundidades la cual recoge las afloraciones hídricas del río Mala. Esta laguna constituye una fuente de vida para sostener a muchas especies (Montoya, 2004). A pesar de su importancia, existen pocos estudios publicados relacionados en este ecosistema natural; no se tiene un inventario ni censo de su biota (León *et al.*, 1995).

Dentro de los estudios publicados, se puede resaltar el realizado por Iannacone *et al.* (2003), quienes buscaron estudiar la diversidad biológica y similitud de los macroinvertebrados bentónicos de las lagunas de Puerto Viejo durante julio-octubre del 2001. Se tomaron 8 puntos de muestreo y se realizaron siete muestreos durante los meses de julio-octubre. Entre sus principales hallazgos fue la predominancia de la familia Chironomidae, grupo que permite determinar la toxicidad en sedimentos y la bioacumulación de contaminantes asociados (Arrascue 3., 2001). Además, registraron la presencia de los géneros del orden Coleoptera, Tropisternus y Berosus.

Por otro lado, Paredes *et al.* (2007) realizaron una investigación de la diversidad biológica de micro-bentónicos en los “Humedales de Puerto Viejo”. En el estudio se consideraron veintiocho puntos de muestreo predispuestos en 5 lagunas distribuidas en toda el área. Como resultado, se registraron 40 taxa de invertebrados,

Asimismo, en el 2019, Equilibrio Ambiental SAC, realizó un estudio de caracterización ambiental de las Lagunas de Puerto Viejo en el mismo año. Su metodología constaba de

una evaluación durante el mes de noviembre del 2019, y contemplaron 4 puntos de muestreo. Durante el estudio, registraron una alta abundancia de fitoplancton y perifiton, donde las divisiones más representativas fueron Cyanobacteria y Bacillariophytas.

En año 2013, Ganoza *et al.*, en un estudio sobre los recursos hídricos y ambiente del humedal de Puerto Viejo, concluyen que dicho humedal es un hábitat propicio para el crecimiento y abundancia de tilapias grises; además de poseer estándares de calidad aceptable evaluando parámetros físicos y químicos.

2. Concepto de humedales

Según la Estrategia Nacional de Humedales (MINAM, 2015), los humedales son áreas o segmentos terrestres expuestas a constantes inundaciones, que sostienen especies biológicas propias, las cuales brindan servicios ecosistémicos. Estos ecosistemas están cubiertos de agua, parámetro más predominante que permite las características de este medio, debido a que la Napa Freática se localiza cerca a su superficie. Otros factores de importancia son la flora y fauna propios de este ecosistema” (Ramsar, 2009). Por otro lado, factores como la regulación y purificación de agua, ha posicionado a estos componentes ecosistémicos como uno de los hábitats de mayor producción mundial, junto con otras características tales como la mitigación y adaptación al cambio climático. (Russi *et al.*, 2013; Moreno-Casasola, 2005).

En el año 2007, Ramsar clasificó los humedales según el tipo cuerpo de agua al que se relacionan:

- Lacustres, vinculados con lagunas naturales de agua dulce o salada.

- Estuarinos, vinculados a desembocaduras de ríos.
- Marino-costeros, vinculados a agua marina y áreas de marea media.
- Ribereños, existentes en riberas de ríos.
- Palustres, vinculados a zonas pantanosas.
- Artificiales, construido por el hombre.

3. Humedales de la costa

Son ecosistemas frágiles de vital importancia ambiental debido a la alta capacidad de captación de carbono (Howard *et al.*, 2018). Esta característica se debe principalmente a la gran cantidad de vegetación presente que los convierten en grandes reservorios de carbono (Ramsar, 2015).

La existencia de humedales lacustres y estuarios es una característica existente en las costas peruanas, cuya formación sucede por la ascensión de aguas subterráneas. Los principales humedales del tipo lacustre se hallan en la Costa Norte y Centro del País (La Libertad, Áncash y Lima). Los humedales costeros, poseen una alta relevancia local como: almacenamiento de agua dulce en lugares áridos, sostén de gran diversidad de especies y fuente de reserva genética de especies amenazadas o en peligro de extinción. En adición, ostenta una adecuada ponderación paisajística y recursos aprovechables como: fibras, pastos, pescado, entre otros. De la misma forma, conforman parte del “Corredor Biológico para la migración de distintas comunidades de aves Neotropicales y Neárticas” (Moschella, 2012).

4. Características físicas y biológicas de los humedales de la costa

Según el Sistema de Clasificación Climática de Köppen, la costa se caracteriza por poseer un clima alternado en dos tipos: al norte (Tumbes y Piura) contiene un clima árido tropical con una $T_{prom\ Anual}$ de 24°C y con una $P_{prom\ anual}$ entre los 25 -100 mm. El centro y sur (Lambayeque y Tacna), el Clima es Arido Subtropical; la $T_{prom\ Anual}$ se halla entre 18 - 20°C, y la $P_{prom\ anual}$ de 0 - 50 mm. Internamente “los humedales tienen áreas con alternancias regulares a pronunciadas por la altura del nivel del agua, áreas que son el nicho ecológico de distintos grupos y familias Vegetales y Animales” (Ramsar, 2009; ProNaturaleza, 2010).

En relación a las especies vegetales de mayor relevancia se tiene distintas plantas halófitas, semisumergidas, sumergidas y plantas flotantes de mediana profundidad, En relación a la fauna, la alternancia es notoria sobre todo por relación a las aves migratorias y residentes entre los ejemplares se tiene la familia Scolopocidae y Charadriidae (ProNaturaleza, 2010).

5. Actividades antropogénicas sobre los humedales de la costa

Las actividades antropogénicas como actividades industriales, mineras, agrícolas y turísticas; causan un gran impacto en los ecosistemas costeros (Lara-Lara *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2011). Estas amenazas generan la pérdida del hábitat, influyendo en la flora y fauna ; disminuyendo el área terrestre de los Humedales.

Según el “Mapa de Humedales del Perú” (MINAM, 2010) “existen 3448 ha de Vegetación de Humedales Costeros en Perú” (Miloslavich, 2012).

Un factor de impacto relevante es el aumento demográfico y traslado de población a zonas costeras. Esto ocasiona fragmentación del hábitat por la creación de carreteras (Faulkner, 2004) y “la variación de la utilización del suelo a uso agropecuario o urbano” (La Torre & Aponte, 2014). Otro problema que se acontece es la extracción indiscriminada de recursos, A causa de la Caza de aves, la Pesca, la Extracción de Totora y la Ganadería (Buenfil, 2009).

6. Situación actual de los humedales de Puerto Viejo

Según La Torre & Aponte (2014) los humedales de Puerto Viejo se localizan en el distrito de San Antonio de Mala. Este ecosistema ha sido declarado “Zona Reservada” en el año 2008 por el SINANPE (Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado). Sin embargo, en el año 2017, “la Resolución Ministerial N° 95-2017-MINAM le retira esta denominación, quedando sin protección legal” (Ramirez & Aponte, 2018). Siendo un gran agravio al sistema natural, ya que este posee una alta representatividad de plantas vasculares como las Magnoliópsidas (62%) y una regular representación de otras clases tales como Liliopsida (38%) , Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae y Solanaceae (La Torre & Aponte, 2014).

7. Comunidades hidrobiológicas

Estan constituidas por distintos organismos interrelacionados entre ellos mismos y con el ecosistema acuatico; éstos están representados por : “Perifiton (microalgas y componentes de Fauna Microscópica), Plancton (Fitoplancton y Zooplancton) y Bentos (Macroinvertebrados)” (Omar, 2010; Cosgrove *et al.*, 2004; Plessl *et al.*, 2017; Angradi *et al.*, 2017). Su principal característica es la estrecha relación biótica con el area física

acuática de las cuales son dependientes. Éste es el principal motivo por el cual son utilizadas como indicadores biológicos (Vilmin *et al.*, 2018), ya que su tendencia de existencia son , señales de Calidad del Ambiente; por tal razón, su tendencia de Conservación son considerados como indicadores de alteración (Prat *et al.*, 2009).

III. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Determinar la calidad biológica de agua de las lagunas de los humedales de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Determinar potenciales bio-indicadores de calidad de agua de la laguna de los humedales de Puerto Viejo.

2. Objetivos Específicos

Realizar una caracterización hidrobiológica de la laguna de los humedales de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Realizar un análisis de la composición, abundancia hidrobiológica durante la temporada húmeda y seca.

Realizar un análisis de la diversidad hidrobiológica durante la temporada húmeda y seca.

Identificar comunidades biológicas acuáticas como potenciales indicadores de calidad de agua de la laguna de los humedales de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

IV. METODOLOGÍA

1. Descripción del área de estudio

Para el análisis de la población de organismos hidrobiológicos (peces, plancton, perifiton y bentos); se establecieron 5 estaciones de muestreo, las cuales estuvieron localizadas en distintos sectores de la laguna de Puerto Viejo.

Tabla 1: *Estaciones de muestreo y localización.*

Estaciones de Muestreo	UTM WGS 84			
	Zona	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m)
EM 01	18S	8609592	315236	4
EM 02	18S	8609663	315274	4
EM 03	18S	8609548	315301	4
EM 04	18S	8609532	315424	4
EM 05	18S	8609680	315318	5

Para establecer el número de estaciones de muestreo se utilizó la información proveniente del protocolo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MINAM,

2014), el cual establece un rango de 3-5 estaciones de muestreo para lograr obtener una representatividad de las comunidades hidrobiológicas. Para la determinación de las estaciones de muestreo se fijaron sectores basados en el volumen y densidad hídrica del cuerpo de agua; además, se realizó un análisis visual para determinar áreas adecuadas, para evitar algún peligro o daño por ahogamiento en el momento de toma de muestra (MINAM, 2014).

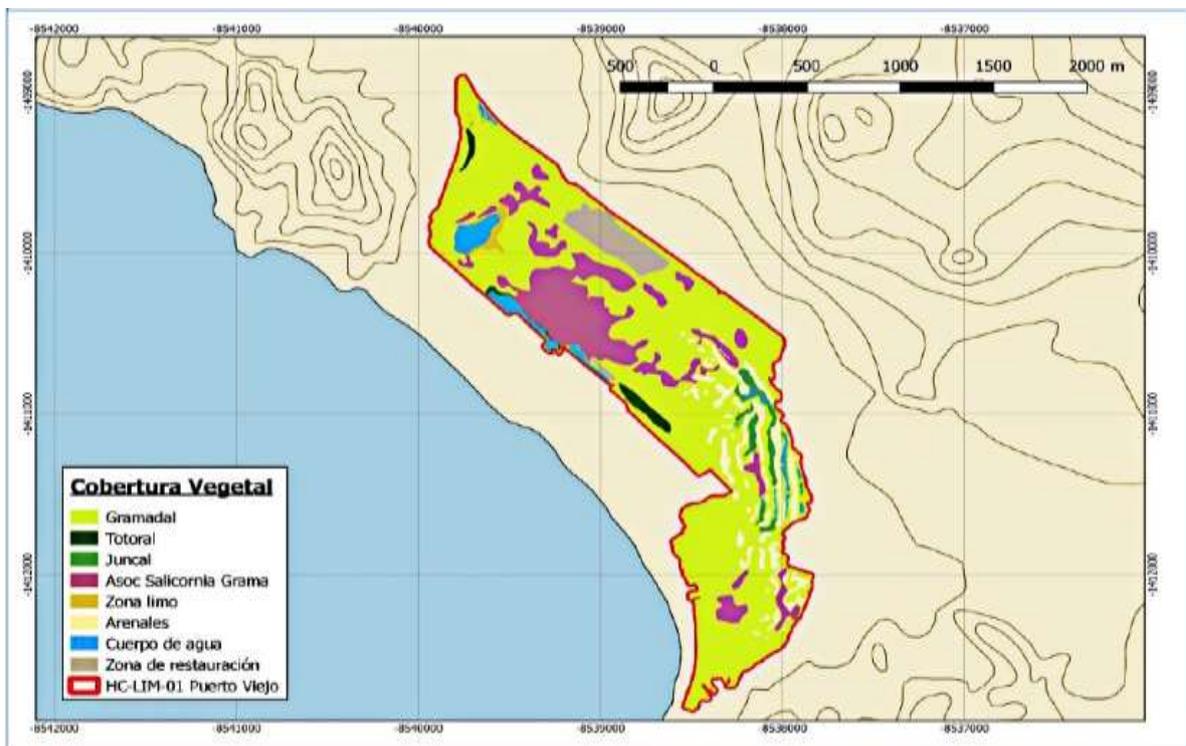


Figura 1: Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.

2. Materiales

Para el desarrollo de la investigación, se necesitará de los siguientes materiales:

- Red atarraya.
- Red Surber.
- Red cal-cal.

- Red de arrastre.
- Red de espera.
- Etiquetas.
- Rotuladores.
- Frascos.
- Alcohol / Formol.
- Guantes, mascarillas.
- Una fuente.

3. Método

3.1. *Toma de muestra de comunidades hidrobiológicas*

El estudio se realizó durante dos temporadas, una temporada húmeda (mes de julio 2021) y una temporada seca (mes de febrero 2021); es decir, se consideraron dos (02) muestreos durante el año 2021. La toma de muestra se realizó según lo establecido por el protocolo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MINAM, 2014),

3.1.1. *Plancton*

a. *Fitoplancton*

El fitoplancton se recolecto filtrando de una cantidad de 30 litros con una red plantónica de 20 μM , (Riofrío *et al.*, 2003). Dicha cantidad volumétrica fue una muestra compuesta de 3 sub-muestras de 10 Litros

El material drenado se dispuso en envases de Polietileno de 250 ml. “Las muestras se fijaron con formol al 4 %” (Steinberg *et al.*, 2010). Para después, ser dispuestas en lugares aireados y resguardados de la luz, en conjunto se implementó un adecuado

proceso de etiquetado, el cual, presentó la información de códigos de procedencia, información del colector, Fecha de extracción y Tipo de Muestra .



Figura 2: Toma de muestra de la comunidad de Fitoplancton.

b. Zooplancton

El zooplancton se recolectó filtrando una cantidad de 30 litros con una red planctonica de 40 micras (Choueri *et al.*, 2005; Güntzel *et al.*, 2010). Dicha cantidad volumetrica fue una muestra compuesta de 3 submuestras de 10 litros

El compuesto extraído se dispuso en envases de polietileno de 250 ml. Las muestras de zooplancton se estabilizaron con formol al 4 % (Güntzel *et al.*, 2010). Luego se dispusieron en áreas aireadas y resguardadas de la luz; además se implementó un adecuado proceso de etiquetado,



Figura 3: Toma de muestra de la comunidad de Zooplancton.

3.1.2. Perifiton

El muestreo estuvo constituido por tres réplicas de un cuadrante 5 x 5 (25 m²) por unidad de sustrato los cuales fueron depositados en distintos envases de 250 ml para poder realizar el análisis de individuos. Además, se realizó una ficha de campo: Perifiton. Posteriormente, se fijaron las muestras con formol al 4 % (luego de la homogenización de la muestra). Finalmente, se rotularon los frascos. Este proceso se repitió 1 vez, debido a que la frecuencia de muestreo estuvo definida en 2 veces al año.



Figura 4: Toma de muestra de la comunidad de Perifiton.

3.1.3. Bentos

Para la extracción de Bentos se utilizó la Red Surber de borde metálico de 30 x 30 cm y extensión de malla de 500 μ por un periodo de 20 minutos. Esta red fue colocada en los sustratos débiles del lago (Pérez & Restrepo, 2008), se realizaron tres (03) repeticiones por punto. Cada réplica fue dispuesta en envases de plástico.

Las muestras obtenidas fueron fijadas con “alcohol al 70%”. Para su futura tamización con malla de abertura 0.5 mm. Este proceso se repitió 1 vez, debido a que la frecuencia de muestreo estuvo definida en 2 veces al año.



Figura 5: Toma de muestra de la comunidad de Bentos.

3.1.4. Necton

El método usado para la extracción de peses fue el de captura por unidad de esfuerzo, el cual debido a las condiciones de volumen de la laguna se realizó usando la técnica de pesca con redes trampa y nasas. En este método se lanza redes trampa (5 x 2.5m y 10 x 3m), las cual se adhirieron a la parte inferior del sustrato de la laguna y se mantuvieron en el lugar por un periodo de 12 horas realizando monitoreos constantes cada 2 horas. Los especímenes recolectados fueron fijados en una solución de formol al 10 %, por 48 horas, para ser embalados en gasa, preservados en alcohol al 70 % y puestos en bolsa ziplock para su traslado. Luego las muestras ya fijadas se etiquetaron poniendo datos como el código de muestra, procedencia, fecha, datos del colector. Este proceso se repitió 1 vez, debido a que la frecuencia de muestreo estuvo definida en 2 veces al año.



Figura 6: Toma de muestra de la comunidad de Necton.

3.2. Análisis de las muestras

La identificación taxonómica de las Comunidades Hidrobiológicas se realizó en el laboratorio de limnología del MHN-UNMSM.

3.2.1. Fitoplancton

En el Museo se determinó la abundancia mediante la utilización de cámara de Conteo Sedgwick-Rafter y/o Palmer-Maloney en base a la concentración de células, se contó de 10 a 100 campos por cámara y los resultados se expresaron en número de células - filamentos/L (Methods, 2014).

3.2.2. Zooplancton

Se determinó la abundancia mediante el uso de una cámara de Conteo Sedgewick-Rafter de 1 mL y un Microscopio Compuesto. (Güntzel *et al.*, 2010; Lansac-Tôha *et al.*, 2009).

3.2.3. Perifiton

En el museo se realizó la determinación de los grupos taxonómicos existentes y la densidad absoluta de las muestras. El análisis taxonómico se realizó mediante observaciones al microscopio con lamina-laminilla y tratamientos de titulación para cada grupo, realizando un promedio de 3 a 5 repeticiones por lámina estudiada. La densidad absoluta fue expresada en individuos/unidad de superficie y se determinó usando la cámara de conteo Sedgwich-Rafter.

3.2.4. Bentos

En el Museo se realizó la determinación de los grupos taxonómicos existentes y la densidad absoluta de las muestras. Para estos dos análisis no fue necesario implementar microscopios, debido a que el tamaño de los especímenes fue apreciable al ojo humano.

3.2.5. Necton

La separación e identificación se realizó en el laboratorio de Ictiología del Museo de Historia Natural, con el apoyo de especialistas y usando claves taxonómicas para cada grupo específico; la clasificación se realizó en base a Ortega *et al.*, 2010.

3.3. Análisis de datos

Con la información obtenida de la identificación se estimará los parámetros de análisis establecidos por la “Guía de inventario de fauna silvestre” (MINAM, 2015). Se empleará los programas Excel y Primer 6.

3.3.1. Abundancia relativa

Este método de análisis de datos se aplicará a todos los resultados de los distintos parámetros analizados y se expone como la cantidad de ejemplares de una especie con relación a la cantidad de ejemplares absolutos de la comunidad. Esta medición se ve reflejada en la frecuencia relativa cuya formula es la siguiente:

$$FRC_X = \frac{L_x}{N_t} * 100$$

Donde:

L_x = Registro de localidades en las cuales se encuentra presente la especie X

N_t = Registro total de la localidad evaluada

3.3.2. Índice de diversidad de especie

Este método de análisis de datos se aplicará a todos los resultados de los distintos parámetros evaluados y se determina en base a los índices de dominancia y de equidad presentes a continuación.

- **Índice de Dominancia de Simpson**

Expresa la tendencia que un par de ejemplares, dentro de un hábitat, seleccionados al azar sean de la misma especie.

$$\lambda = \sum P_i^2$$

Donde:

P_i = Abundancia proporcional de la especie i .

- **Índice de diversidad Shannon-Wiener**

Este método de análisis de datos se aplicará a todos los resultados de los distintos parámetros evaluados. Este índice representa la diversidad de la muestra y el contenido de datos por individuo en muestras extraídas de una comunidad extensa de la que se sabe la cantidad total de especies. Con este método se miden la riqueza

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde:

P_i = Probabilidad de existencia de un individuo de un grupo taxonómico en la muestra.

S_i = Número total de individuos de la muestra.

- **Índice de Equidad de Pielou**

Este método de análisis de datos se aplicará a todos los resultados de los distintos parámetros analizados. Este índice explica y mide la proporción de la diversidad encontrada en contraste a la máxima diversidad estimada.

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Donde:

$\log_2 S$ = La diversidad máxima que se obtendrá si la distribución de las especies fuera equitativa.

H' = Índice de Shannon-Wiener.

- **Índice de riqueza de Margalef**

Este método de análisis de datos se aplicará a todos los resultados de los distintos parámetros analizados. Este índice expresa la riqueza específica de una muestra teniendo en cuenta el número de taxa y la densidad de los individuos. El método se utiliza siempre y cuando no se pueda determinar con exactitud el número de individuos de una muestra y su fórmula es la siguiente:

$$R_1 = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

Donde:

S = Número total de especies.

N = Número total de individuos observados.

- **Índice Diatómico General (IDG)**

La calidad de agua fue evaluada utilizando índices basados en indicadores biológicos como el Índice Diatómico Generalizado de grupos ecológicos (IDG), el cual viene determinado por tres factores: la Sensibilidad a la Contaminación de cada Especie (S), la Amplitud ecológica (V) y por último la Abundancia en porcentaje. El índice diatómico para cada estación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IDA = \frac{\sum_{j=1}^j A_j S_j V_j}{\sum_{j=1}^j A_j V_j}$$

Donde:

A_j = Abundancia (%).

S_j = Sensibilidad a la contaminación (1 a 5).

V_j = Valor indicativo de la especie (1 a 3).

3.4. Análisis estadístico

El análisis se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows (versión 12.0; SPSS). Se realizará el análisis de componentes principales (ACP) , técnica usada para explicar un conglomerado de datos en referencia de nuevas variables ("componentes") no correlacionadas. Además, se aplicará la diversidad beta y alfa para poder analizar a mayor detalle nuestros resultados.

V. RESULTADOS

1. Resultados de la comunidad hidrobiológica

1.1. *Plancton*

1.1.1. *Fitoplancton*

La comunidad del fitoplancton registró 37 especies durante las evaluaciones de ambas temporadas, en la temporada húmeda se registró 27 especies, mientras que durante la seca se registraron 29 especies (Anexo 1). Éstas estaban representadas en seis (06) divisiones: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Miozoa, Cryptophyta y Euglenophyta. La división Bacillariophyta presentó la mayor riqueza, con 16 especies de fitoplancton, durante ambas temporadas de muestreo (Tabla 2). En el periodo seco, las estaciones de muestreo HB-02 y HB-03 registraron una extensa riqueza con 28 especies por estación, mientras que la estación de muestreo HB-04 registró la menor riqueza con 21 especies durante la temporada húmeda. La división Cryptophyta fue la que presentó la menor cantidad de especies durante ambas temporadas (Figura 7).

Tabla 2. *Riqueza del fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

DIVISIÓN	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
BACILLARIOPHYTA	9	9	10	8	7	10	10	12	12	8	11	13	16
CHLOROPHYTA	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	6
CYANOBACTERIA	3	5	6	6	6	6	6	7	7	6	7	7	8
MIOZOA	2	2	1	2	0	2	2	2	2	2	1	2	2
CRYPTOPHYTA	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2
EUGLENOPHYTA	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL	22	23	24	22	21	27	25	28	28	22	25	29	37

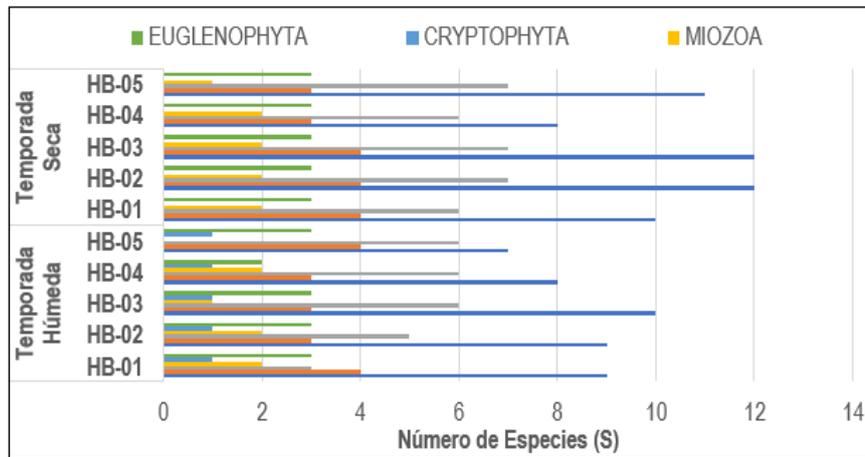


Figura 7: Riqueza de especies a nivel de división de fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

La división con mayor abundancia relativa fue Bacillariophyta (96 765 individuos) con excepción de las estaciones HB-04 (3 356 individuos) y HB-05 (2 910 individuos) durante la temporada húmeda; en estas dos estaciones, la división más abundante fue la Cyanobacteria (5 360 y 4 761 individuos, respectivamente) (Tabla 3). La división Cryptophyta presentó la menor abundancia con 48 individuos durante la temporada húmeda; ésta misma no se registró durante la temporada seca (Figura 8).

Tabla 3. Abundancia relativa del fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

DIVISIÓN	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
BACILLARIOPHYTA	7991	9384	6134	3356	2910	29775	11591	19233	14827	10179	11160	66990	96765
CHLOROPHYTA	2433	4986	881	48	1093	9441	4321	4722	4162	3441	2050	18696	28137
CYANOBACTERIA	4229	2867	3663	5360	4761	20880	6309	4964	4759	4821	5581	26434	47314
MIOZOA	146	64	20	253	0	483	117	141	156	160	102	676	1159
CRYPTOPHYTA	6	12	17	8	5	48	0	0	0	0	0	0	48
EUGLENOPHYTA	180	4413	4341	629	1202	10765	3804	4844	5992	3667	5582	23889	34654
TOTAL	14985	21726	15056	9654	9971	71392	26142	33904	29896	22268	24475	136685	208077

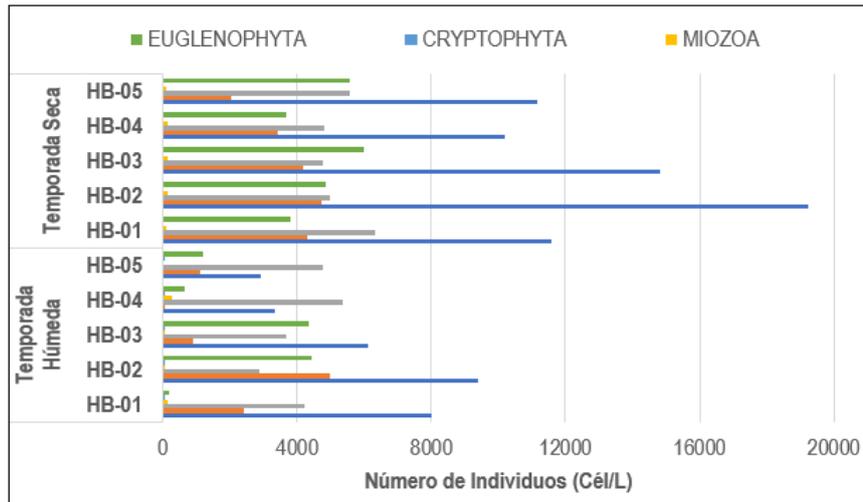


Figura 8: Abundancia relativa de especies a nivel de división de fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Con respecto a los índices de diversidad, la estación de muestreo HB-03 (temporada seca) expresó la mayor diversidad con $H' = 3,90$ bits/individuo considerado como diversidad alta y una riqueza de Margalef ($d = 2,62$). Las estaciones de muestreo expresaron una equidad ponderadamente alta $J' \geq 0,65$. (Tabla 4 y Figura 9).

Tabla 4. Índices comunitarios del fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Temporada	Estación de Muestreo	Índices Comunitarios					
		S	N	D	J	H	D
Húmeda	HB-01	22	14985	2.18	0.65	2.89	0.17
	HB-02	23	21726	2.20	0.68	3.09	0.15
	HB-03	24	15056	2.39	0.73	3.33	0.14
	HB-04	22	9654	2.29	0.75	3.33	0.13
	HB-05	21	9971	2.17	0.66	2.90	0.16
Seca	HB-01	25	26142	2.36	0.79	3.68	0.10
	HB-02	28	33904	2.59	0.79	3.81	0.09
	HB-03	28	29896	2.62	0.81	3.90	0.08
	HB-04	22	22268	2.10	0.85	3.78	0.09
	HB-05	25	24475	2.37	0.81	3.78	0.09

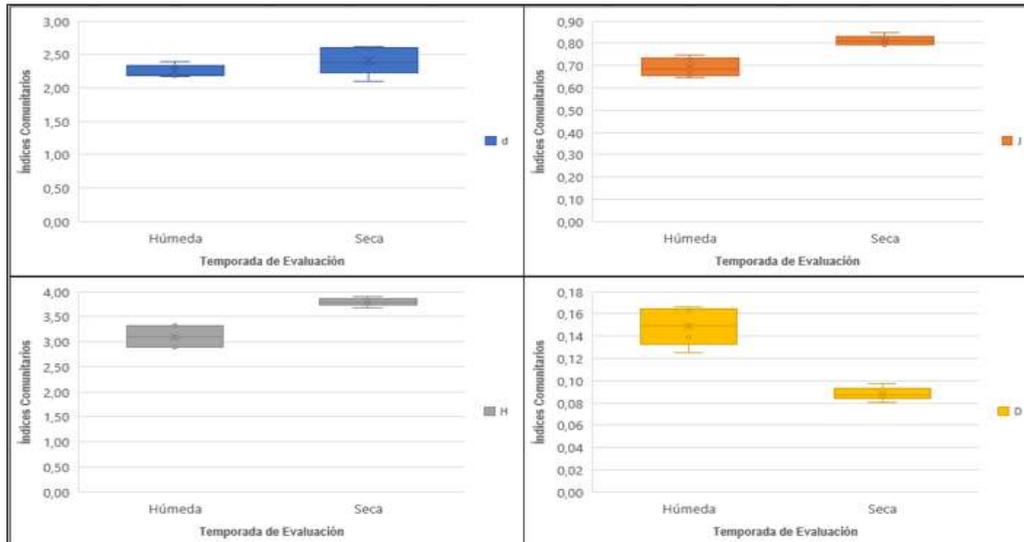


Figura 9: Índices comunitarios del fitoplancton por temporada en la Laguna de Puerto Viejo

El índice IDG, durante la temporada húmeda registró valores relativamente altos entre 3,95 y 3,99, denotando una calidad de agua de Polución Moderada; por su parte, la temporada seca registró valores muy variables, observándose una Polución Moderada en las estaciones HB-01 y HB-02, Polución Media en la estación HB-03 y una Contaminación Muy Fuerte en las estaciones de muestreo HB-04 y HB-05.

Tabla 5. Índices IDG del fitoplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Temporada	Estación de Muestreo	Valor IDG	Interpretación
Húmeda	HB-01	3,96	Polución Moderada
	HB-02	3,97	Polución Moderada
	HB-03	3,97	Polución Moderada
	HB-04	3,95	Polución Moderada
	HB-05	3,99	Polución Moderada
Seca	HB-01	3,86	Polución Moderada
	HB-02	3,55	Polución Moderada
	HB-03	3,23	Polución Media
	HB-04	2,16	Contaminación Fuerte
	HB-05	2,84	Contaminación Fuerte

Se registró valores fisicoquímicos durante los muestreos de la columna de agua, siendo estos: Temperatura, pH, Conductividad y Oxígeno Disuelto. Durante la temporada húmeda se presentaron valores de temperatura entre 18,5 °C y 20,1°C, lo valores de pH denotaron una ligera basicidad de la columna de agua con valores de 7,40 a 8,50; por su parte, los valores de Oxígeno Disuelto fluctuaron entre 8,10 a 9,60. La temporada seca observó valores de temperatura entre 20,6 °C y 22,0 °C; asimismo, los valores de pH estuvieron entre 5,80 y 6,50; por su parte, la conductividad presentó el valor más alto durante la estación de muestreo 256,50 uS/cm.

Tabla 6. *Valores fisicoquímicos de la columna de agua por estación de muestreo de las Lagunas de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

Variables	Temperatura	pH	Cond (uS/cm)	OD	
Temporada Húmeda	HB-01	20,0	8,50	169,50	9,50
	HB-02	19,5	7,80	178,50	8,70
	HB-03	18,5	8,10	189,50	8,20
	HB-04	20,1	7,50	157,50	8,10
	HB-05	19,3	7,40	162,30	9,60
Temporada Seca	HB-01	21,2	6,40	224,50	6,10
	HB-02	20,6	5,80	213,60	6,50
	HB-03	20,5	6,20	256,50	5,80
	HB-04	21,8	6,50	241,20	6,50
	HB-05	22,0	5,90	234,60	6,40

Los valores fisicoquímicos nos muestran un comportamiento basado en la temporalidad con una marcada diferencia entre estas, el análisis de componentes principales representó las diferencias entre las temporadas de evaluación donde el PC1 explicó el 84,4% de la varianza, observándose una tendencia al agrupamiento por temporadas; por su parte, el PC2 explicó el 9,0% de la varianza. La estación de muestreo HB-03 durante la temporada húmeda y seca se presentaron ligeramente por fuera del agrupamiento de las demás estaciones. El pH y el Oxígeno Disuelto representaron las

principales tendencias al agrupamiento de la temporada húmeda; por el contrario, la temporada seca registró una tendencia al agrupamiento basada en los valores de Conductividad y Oxígeno Disuelto.

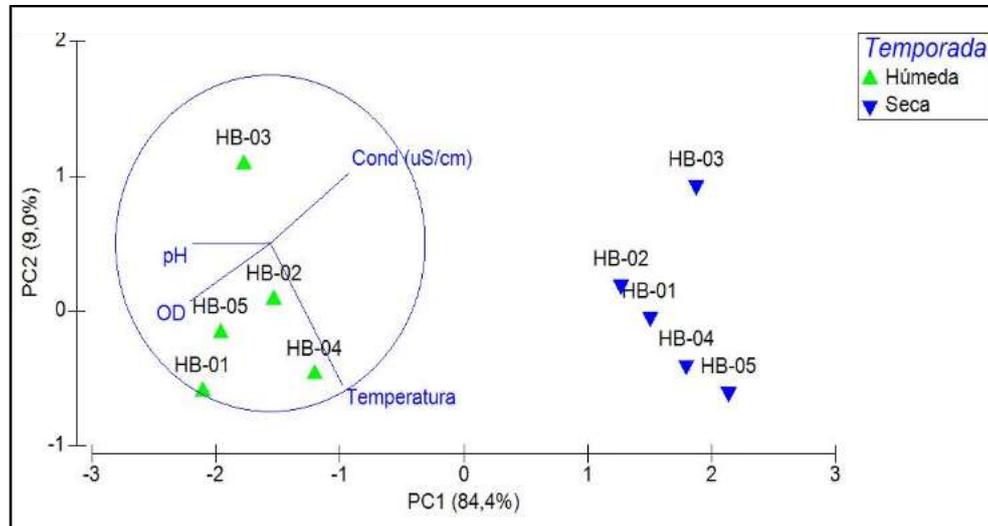


Figura 7: Análisis de Componentes Principales por estación de muestreo de las Lagunas de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

1.1.2. Zooplancton

La comunidad del fitoplancton registró 18 especies durante las evaluaciones de ambas temporadas, en la Temporada Húmeda se registró 18 especies, al igual que durante la temporada seca (Anexo 2). Éstas estaban representadas en cuatro (04) phylum: Ciliophora, Protozoa, Rotifera y Arthropoda. El phylum Rotifera presentó la mayor riqueza en todas las estaciones de muestreo, durante ambas temporadas de muestreo (7 especies cada una) (Tabla 7). Durante la temporada seca, las estaciones de muestreo HB-01 y HB-03 registraron la mayor riqueza con 13 y 14 especies, respectivamente; mientras que las estaciones de muestreo HB-01 y HB-05 registraron la menor riqueza con 10 especies, cada una, durante la temporada húmeda. El phylum Ciliophora fue la que presentó la menor cantidad de especies durante ambas temporadas (Figura 11).

Tabla 7. Riqueza del zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

PHYLUM	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
CILIOPHORA	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2
PROTOZOA	3	4	3	1	3	5	3	3	3	3	2	5	5
ROTÍFERA	3	5	5	7	3	7	6	5	7	4	5	7	7
ARTHROPODA	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	4
TOTAL	10	13	12	12	10	18	13	12	14	12	11	18	18

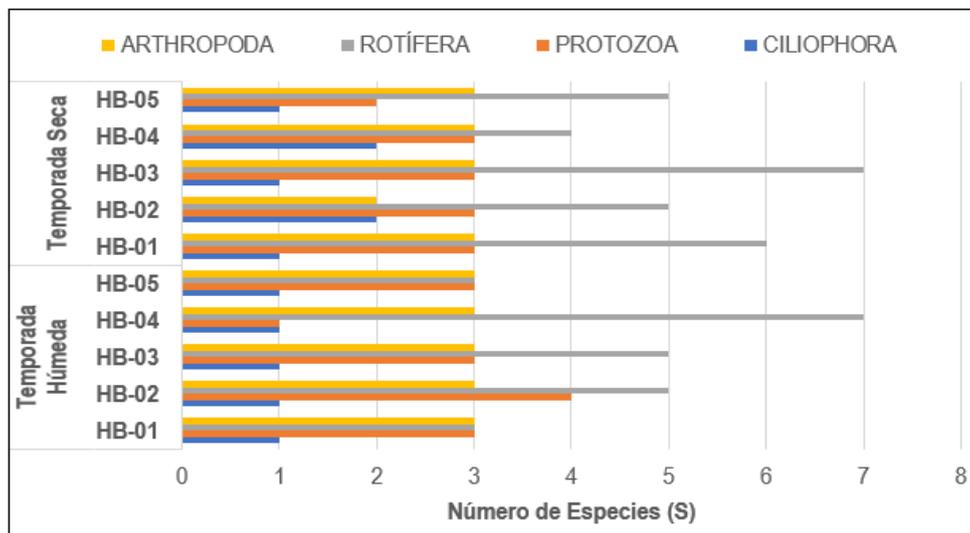


Figura 11: Riqueza de especies a nivel de phylum zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

El phylum con mayor abundancia relativa fue Rotifera, con un total de 4 682 individuos; con excepción de las estaciones HB-03 (406 individuos), HB-04 (603 individuos) y HB-05 (354 individuos) durante la temporada húmeda; en estas tres estaciones, el phylum más abundante fue Arthropoda (555, 620 y 405 individuos, respectivamente) (Tabla 8). El phylum Ciliophora presentó la menor abundancia, durante las temporadas húmeda y seca, con 615 y 426 individuos, respectivamente (Figura 12).

Tabla 8. Abundancia relativa del zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

PHYLUM	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
CILIOPHORA	82	68	127	180	158	615	47	163	54	136	26	426	1041
PROTOZOA	704	518	388	52	189	1851	404	188	221	202	169	1184	3035
ROTÍFERA	723	626	406	603	354	2712	502	388	428	375	277	1970	4682
ARTHROPODA	410	335	555	620	405	2325	155	142	148	177	198	820	3145
TOTAL	1919	1547	1476	1455	1106	7503	1108	881	851	890	670	4400	11903

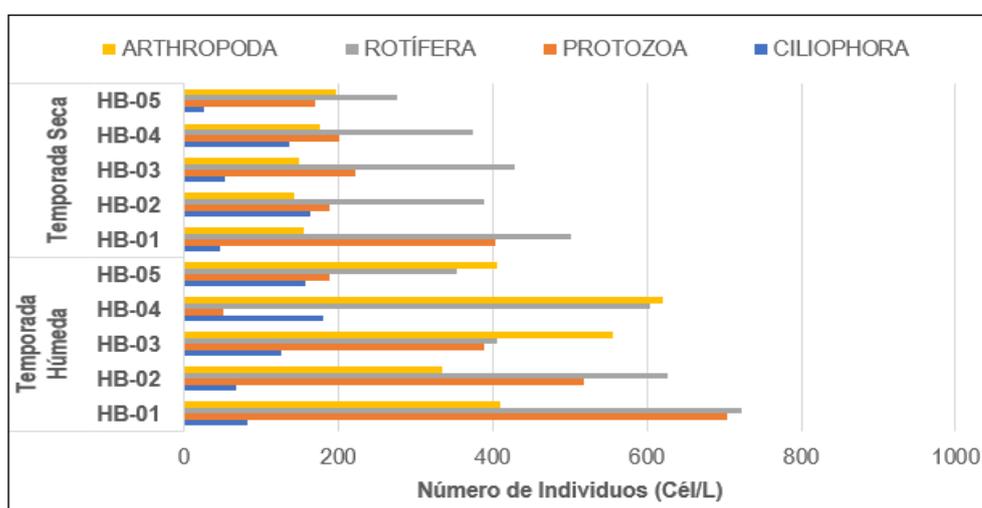


Figura 12: Abundancia relativa de especies a nivel de phylum zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

La estación de muestreo HB-03 (temporada seca) expresó el mayor valor de diversidad con $H' = 3,66$ bits/individuo, dispuesto como diversidad alta y una riqueza de Margalef ($d = 1,93$). Las estaciones de muestreo expresaron una equidad porcentualmente alta $J' \geq 0,87$. (Tabla 9 y Figura 13).

Tabla 9. *Índices comunitarios del zooplancton por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

Temporada	Estación de Muestreo	Índices Comunitarios					
		S	N	d	J	H	D
Húmeda	HB-01	10	1919	1.19	0.90	2.99	0.15
	HB-02	13	1547	1.63	0.90	3.34	0.12
	HB-03	12	1476	1.51	0.95	3.42	0.10
	HB-04	12	1455	1.51	0.93	3.35	0.12
	HB-05	10	1106	1.28	0.95	3.17	0.12
Seca	HB-01	13	1108	1.71	0.87	3.20	0.13
	HB-02	12	881	1.62	0.93	3.32	0.12
	HB-03	14	851	1.93	0.96	3.66	0.09
	HB-04	12	890	1.62	0.87	3.14	0.14
	HB-05	11	670	1.54	0.92	3.18	0.12

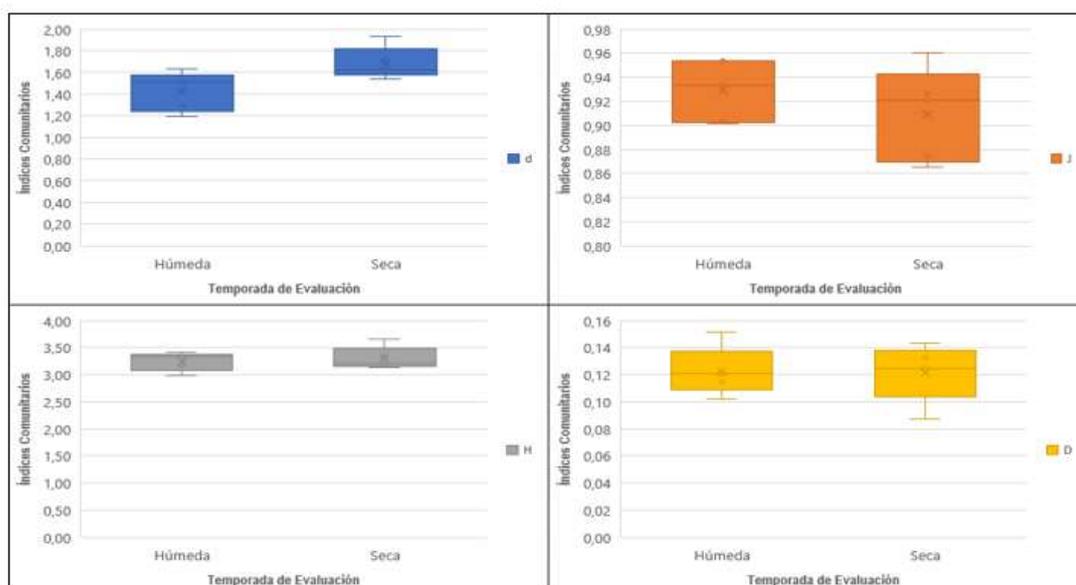


Figura 13: Índices comunitarios del zooplancton por temporada en la Laguna de Puerto Viejo.

1.2. Perifiton

1.2.1. Perifiton vegetal

La comunidad del perifiton vegetal registró 14 especies durante las evaluaciones de ambas temporadas, en la temporada húmeda se registró 14 especies, mientras que durante la seca se registraron 13 especies (Anexo 3). Éstas estaban representadas en

cinco (05) divisiones: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Ciliophora y Euglenozoa. La división Bacillariophyta presentó la mayor riqueza en todas las estaciones de muestreo, durante ambas temporadas de muestreo (Tabla 10). Durante la temporada seca, la estación de muestreo HB-02 registró la mayor riqueza con 11 especies cada una, mientras que la estación de muestreo HB-05 registró la menor riqueza con 5 especies durante la misma temporada. Las divisiones Ciliophora y Euglenozoa fueron las que presentaron la menor cantidad de especies durante ambas temporadas, con un total de una (01) especie, cada una (Figura 14).

Tabla 10. *Riqueza del perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

DIVISIÓN	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
BACILLARIOPHYTA	6	7	4	6	4	7	5	7	5	3	2	7	7
CHLOROPHYTA	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2
CILIOPHORA	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
CYANOBACTERIA	2	1	2	1	2	3	1	1	1	2	1	2	3
EUGLENOZOA	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
TOTAL	11	10	8	10	8	14	9	11	8	8	5	13	14

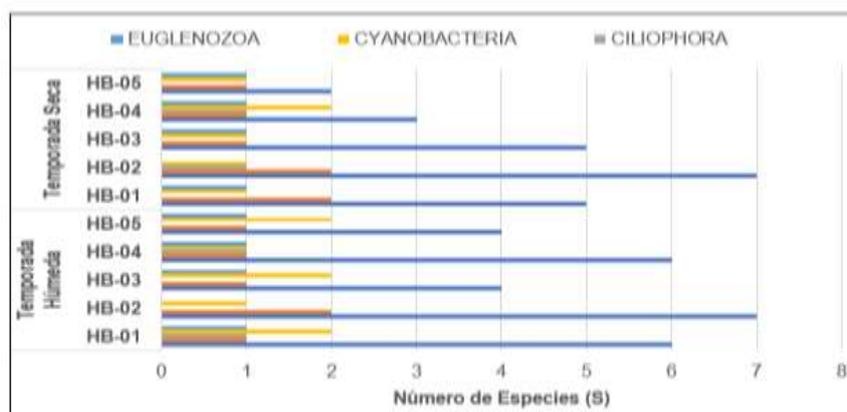


Figura 14: Riqueza de especies a nivel de división de perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

La división con mayor abundancia relativa fue Bacillariophyta (1 146 individuos) en todas las estaciones de muestreo (Tabla 11). La división Ciliophora presentó la menor abundancia con dos (02) individuos durante la temporada húmeda, y 63 individuos durante la temporada seca (Figura 15).

Tabla 11. *Abundancia relativa del perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

DIVISIÓN	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
BACILLARIOPHYTA	21	35	19	42	27	144	119	337	223	194	129	1002	1146
CHLOROPHYTA	3	3	3	1	1	11	65	63	24	18	57	227	238
CILIOPHORA	1	0	0	1	0	2	0	25	0	38	0	63	65
CYANOBACTERIA	2	1	3	3	5	14	105	52	24	73	18	272	286
EUGLENOZOA	4	0	2	1	1	8	48	0	57	32	18	155	163
TOTAL	31	39	27	48	34	179	337	477	328	355	222	1719	1898

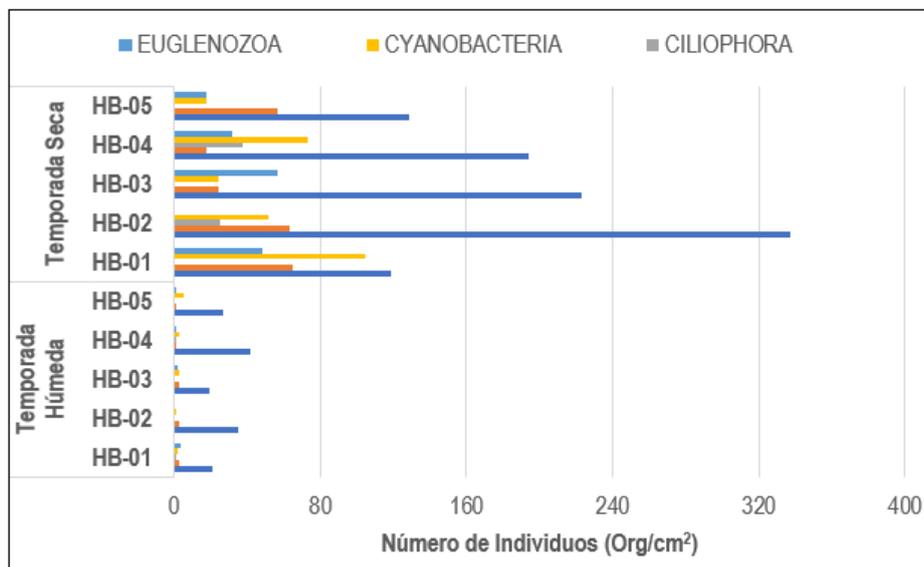


Figura 15: Abundancia relativa de especies a nivel de división perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Las estaciones de muestreo HB-01 y HB-02 (temporada húmeda y seca, respectivamente) expresaron un alto valor de diversidad con $H' = 3,19$ bits/individuo

(cada una), considerado como diversidad alta y una riqueza de Margalef ($d=2,91$ y $d=1,62$). Las estaciones de muestreo expresaron una equidad porcentualmente alta $J' \geq 0,75$. (Tabla 12 y Figura 16).

Tabla 12. *Índices comunitarios del perifiton vegetal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

Temporada	Estación de Muestreo	Índices Comunitarios					
		S	N	d	J	H	D
Húmeda	HB-01	11	31	2.91	0.92	3.19	0.13
	HB-02	10	39	2.46	0.75	2.50	0.25
	HB-03	8	27	2.12	0.82	2.47	0.25
	HB-04	10	48	2.32	0.81	2.69	0.19
	HB-05	8	34	1.99	0.79	2.38	0.25
Seca	HB-01	9	337	1.37	0.91	2.89	0.16
	HB-02	11	477	1.62	0.92	3.19	0.13
	HB-03	8	328	1.21	0.95	2.84	0.15
	HB-04	8	355	1.19	0.94	2.83	0.16
	HB-05	5	222	0.74	0.84	1.95	0.31

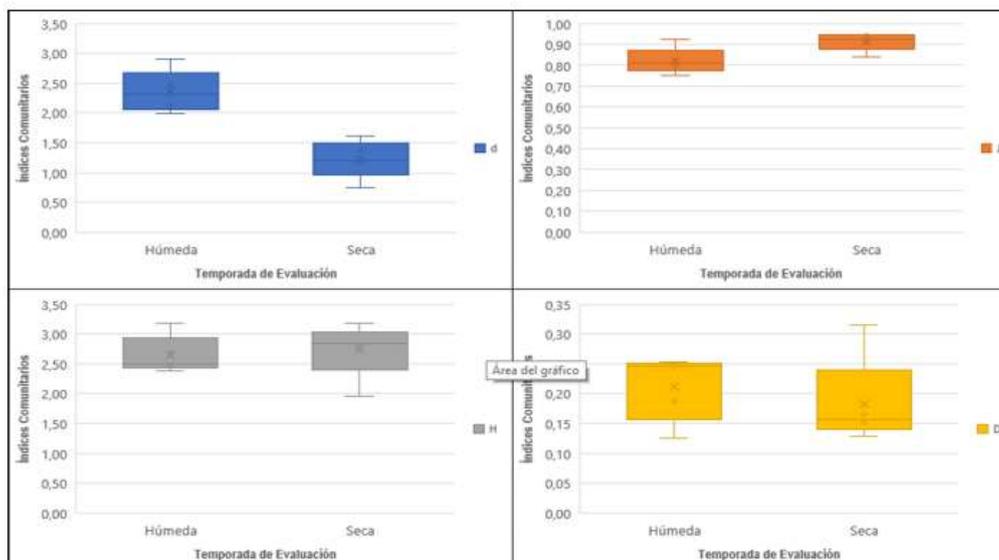


Figura 16: Índices comunitarios del perifiton vegetal por temporada en la Laguna de Puerto Viejo.

1.2.2. Perifiton animal

La comunidad del perifiton animal registró tres (03) especies durante las evaluaciones de ambas temporadas (Anexo 4). Éstas estaban representadas en dos (02) phylum: Protozoa y Rotifera. El phylum Protozoa presentó la mayor riqueza en todas las estaciones de muestreo, durante ambas temporadas de muestreo, con dos (02) especies en cada temporada de estudio (Tabla 13). Durante la temporada seca, la estación de muestreo HB-05 registró la menor riqueza con una (01) especie. Durante la temporada húmeda, la estación de muestreo HB-01, conjuntamente a las estaciones de muestreo HB-02 y HB-03, de la temporada seca, registraron la mayor riqueza con tres (03) especies. El phylum Rotifera fue la que presentó la menor cantidad de especies durante ambas temporadas, con un total de una (01) especie, cada una (Figura 17).

Tabla 13. *Riqueza del perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

PHYLUM	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
PROTOZOA	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	0	2	2
ROTIFERA	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
TOTAL	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	1	3	3

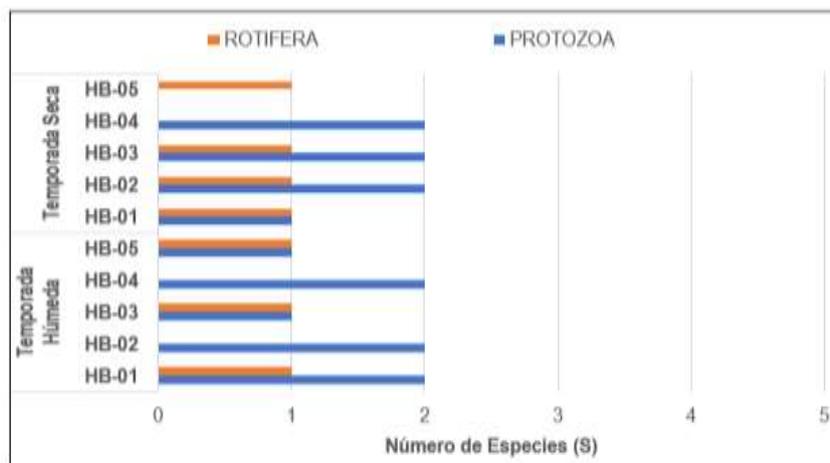


Figura 17: Riqueza de especies a nivel de phylum de perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

El phylum con mayor abundancia relativa fue Protozoa (41 individuos) en todas las estaciones de muestreo (Tabla 14). La división Rotifera presentó la menor abundancia con cuatro (04) individuos durante la temporada húmeda, y 21 individuos durante la temporada seca (Figura 18).

Tabla 14. *Abundancia relativa del perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

PHYLUM	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
PROTOZOA	3	2	3	5	1	14	5	15	2	5	0	27	41
ROTIFERA	1	0	2	0	1	4	1	3	4	0	13	21	25
TOTAL	4	2	5	5	2	18	6	18	6	5	13	48	66

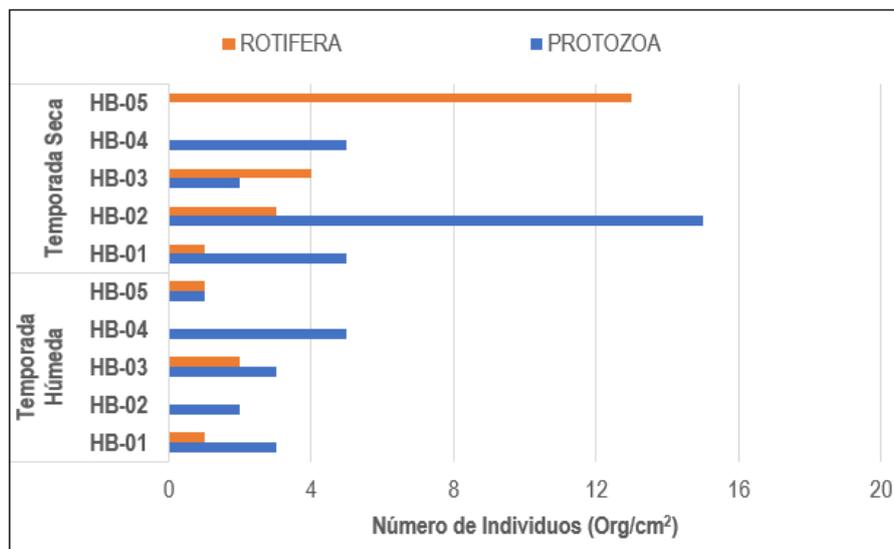


Figura 18: Abundancia relativa de especies a nivel de phylum perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Las estaciones de muestreo HB-01 de la temporada húmeda expresó un alto valor de diversidad con $H' = 1,50$ bits/individuo, considerado como diversidad medio-bajo y una

riqueza de Margalef ($d=1,44$). Las estaciones de muestreo expresaron una equidad porcentualmente alta $J \geq 0,65$. (Tabla 15 y Figura 19).

Tabla 15. Índices comunitarios del perifiton animal por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Temporada	Estación de Muestreo	Índices Comunitarios					
		S	N	d	J	H	D
Húmeda	HB-01	3	4	1.44	0.95	1.50	0.38
	HB-02	2	2	1.44	1.00	1.00	0.50
	HB-03	2	5	0.62	0.97	0.97	0.52
	HB-04	2	5	0.62	0.72	0.72	0.68
	HB-05	2	2	1.44	1.00	1.00	0.50
Seca	HB-01	2	6	0.56	0.65	0.65	0.72
	HB-02	3	18	0.69	0.85	1.35	0.45
	HB-03	3	6	1.12	0.79	1.25	0.50
	HB-04	2	5	0.62	0.97	0.97	0.52
	HB-05	1	13	0.00		0.00	1.00

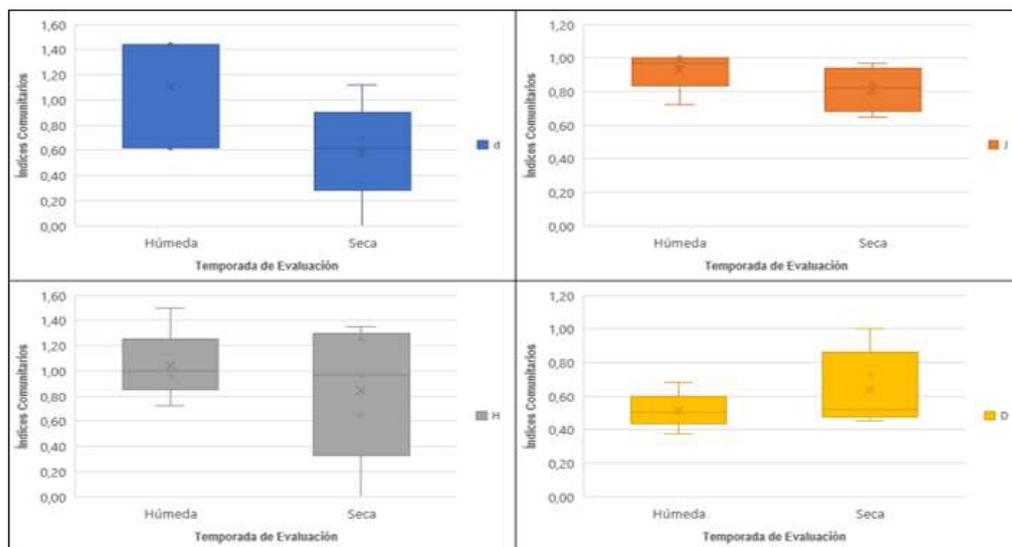


Figura 19: Índices comunitarios del perifiton animal por temporada en la Laguna de Puerto Viejo.

1.3. Bentos

La comunidad del bentos registró 11 especies durante las evaluaciones de ambas temporadas (Anexo 5). Éstas estaban representadas en cinco (05) phylum: Gasteropoda, Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera y Trombidiformes. El phylum Diptera presentó la

mayor riqueza en todas las estaciones de muestreo, durante ambas temporadas de muestreo, con seis (06) especies en cada temporada de estudio (Tabla 16). Durante la temporada seca, la estación de muestreo HB-01, HB-02 y HB-04 registraron la menor riqueza con 9 especies. Durante la misma temporada, las estaciones de muestreo HB-03 y HB-05 registraron la mayor riqueza con diez especies, cada una. Los órdenes Ephemeroptera, Coleoptera y Trambidiformes presentaron el mas bajo numero de especies durante ambas temporadas, con un total de una (01) especie, cada una (Figura 20).

Tabla 16. *Riqueza del bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.*

ORDEN	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
GASTEROPODA	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
EPHEMEROPTERA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COLEOPTERA	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
DIPTERA	3	4	3	3	4	6	4	4	5	4	5	6	6
TROMBIDIFORMES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	7	8	8	7	7	11	9	9	10	9	10	11	11

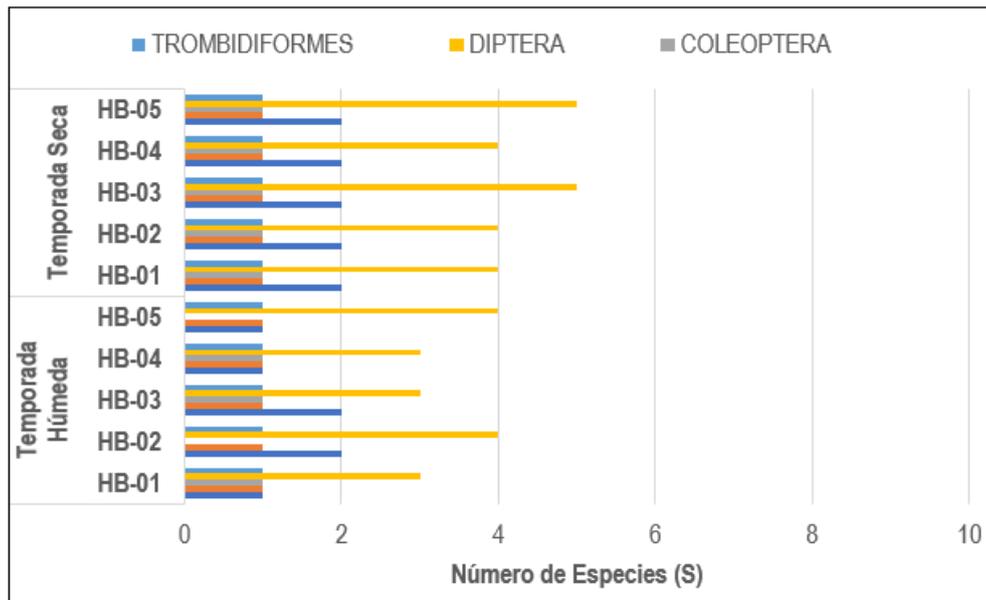


Figura 20: Riqueza de especies a nivel de orden de bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

El phylum con mayor abundancia relativa fue Diptera (447 individuos) en todas las estaciones de muestreo, excepto en las estaciones HB-01, HB-02, HB-03 y HB-05, de la temporada húmeda, con 27, 33, 33 y 30 individuos, respectivamente (Tabla 17). El phylum Trombidiformes presentó la menor abundancia con 40 individuos durante la temporada húmeda, mientras que el phylum Coleoptera presentó la menor abundancia relativa durante la temporada seca con 110 individuos (Figura 21).

Tabla 17. Abundancia relativa del bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

PHYLUM	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
	HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
GASTEROPODA	33	35	78	37	56	239	42	43	82	45	60	272	511
EPHEMEROPTERA	44	26	7	11	3	91	64	46	15	32	12	169	260
COLEOPTERA	9	0	12	32	0	53	7	8	32	62	1	110	163
DIPTERA	27	33	33	47	30	170	70	77	104	89	107	447	617
TROMBIDIFORMES	11	4	7	12	6	40	31	24	17	42	16	130	170
TOTAL	124	98	137	139	95	593	214	198	250	270	196	1128	1721

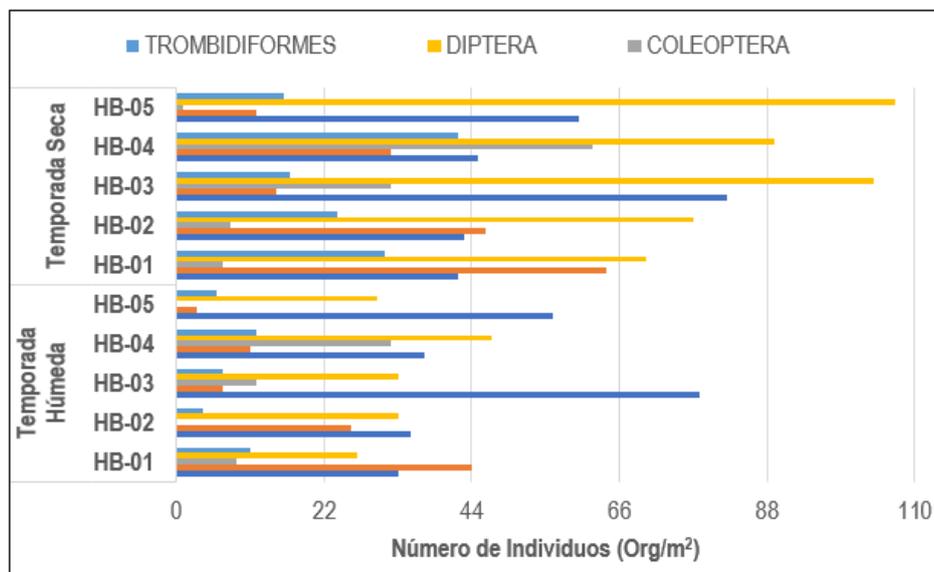


Figura 21: Abundancia relativa de especies a nivel de orden de bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Las estaciones de muestreo HB-03 de la temporada seca expresó el mas alto valor de diversidad con $H' = 3,18$ bits/individuo, considerado como diversidad alta y una riqueza de Margalef ($d = 1,63$). Las estaciones de muestreo expresaron una equidad porcentualmente alta $J' \geq 0,72$ (Tabla 18 y Figura 22).

Tabla 2. Índices comunitarios del bentos por estación de muestreo de la Laguna de Puerto Viejo durante la temporada húmeda y seca.

Temporada	Estación de Muestreo	Índices Comunitarios					
		S	N	d	J	H	D
Húmeda	HB-01	7	124	1.24	0.87	2.44	0.23
	HB-02	8	98	1.53	0.90	2.69	0.18
	HB-03	8	137	1.42	0.86	2.58	0.22
	HB-04	7	139	1.22	0.92	2.59	0.18
	HB-05	7	95	1.32	0.72	2.01	0.38
Seca	HB-01	9	214	1.49	0.88	2.80	0.17
	HB-02	9	198	1.51	0.95	3.00	0.14
	HB-03	10	250	1.63	0.96	3.18	0.12
	HB-04	9	270	1.43	0.89	2.83	0.15
	HB-05	10	196	1.71	0.87	2.89	0.16

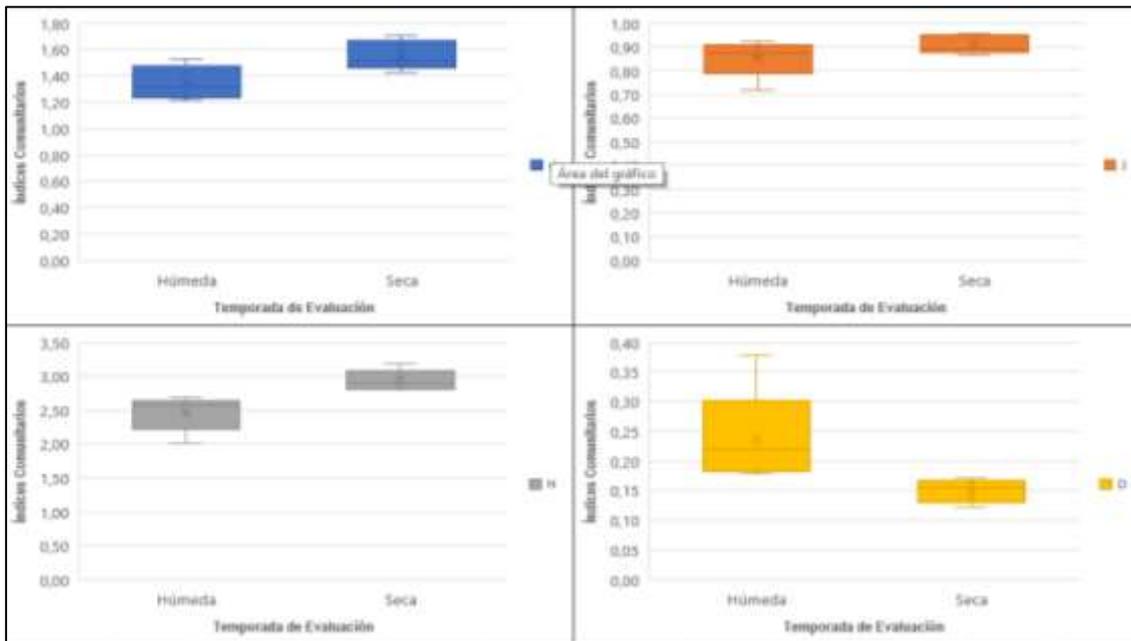


Figura 8: Índices comunitarios del bentos por temporada en la Laguna de Puerto Viejo.

1.4. Necton

La comunidad de peces registró tres (03) individuos de las familias Poeciliidae y Cichlidae durante ambas temporadas, destacando la especie *Poecilia reticulata* en ambos muestreos, las especies registradas en el Humedal de Puerto Viejo. Ninguna de las dos familias es propia de la zona, por lo que necesariamente fueron introducidas por la población local.

VI. DISCUSIÓN

Respecto a las comunidades hidrobiológicas

Esta investigación tuvo como finalidad el conocer la calidad del agua en la Laguna de Puerto Viejo a través del análisis de las comunidades hidrobiológicas contenidas en ésta. El estudio de las comunidades hidrobiológicas permite realizar un rápido análisis que refleja la situación de un ecosistema acuático (Vilmin *et al.*, 2018) y permite informar si con el transcurso del tiempo se han producido alteraciones (Scholz *et al.*, 2011); en nuestro caso analizamos las comunidades hidrobiológicas de plancton, perifiton, bentos y necton. Para la selección de los diferentes organismos indicadores no solo se debe considerar su presencia sino también (en lo posible) su mayor abundancia (Pinilla, 1998). Además, para evaluar las alteraciones en el transcurso del tiempo, se realizaron las tomas de muestra en dos temporadas, una húmeda y una seca.

a. Fitoplancton

El actual estudio ,encontró que la composición del fitoplancton en la Laguna de Puerto Viejo está constituida por 6 divisiones, 27 familias y 19 órdenes, con predominancia de las divisiones Bacillariophyta (43%), Cyanobacteria (22%) y Chlorophyta (16%). Por otro lado, Equilibrio Ambiental (2019) únicamente registró la presencia de cuatro (04) divisiones Cyanobacteria (35%), Bacillariophyta (29%), Chlorophyta (30%) y Euglenophyta (6%). Dicho estudio fue realizado durante el mes de noviembre 2019. La abundancia relativa de la división Bacillariophyta del fitoplancton fue mayor en la

mayoría de las estaciones de muestreo durante ambas temporadas con 47%; seguido por Cyanobacteria con una abundancia relativa de 23%; y Euglenophyta, con 17%. Las especies más abundantes para Bacillariophyta fueron *Nitzschia* sp., *Bacillaria paxillifera*, *Cocconeis placentula* y *Ulnaria* sp.; para Cyanobacteria fueron *Anabaena* sp. y *Phormidium* sp; y para Euglenophyta fueron *Phacus orbicularis*, *Lepocinclis* sp. y *Euglena* sp. Según la recopilación realizada por Pinilla (1998), la presencia de aquellas especies de Bacillariophyta puede relacionarse con procesos de eutrofia, con un pH ligeramente ácido y con turbulencia. De la misma forma, la presencia de dichas especies de Cyanobacteria y Euglenophyta, puede relacionarse con la mesotrofia y un incremento en la concentración de materia orgánica del Cuerpo de Agua analizado. “Este aumento permitiría una adecuada afluencia en la comunidad de microalgas, incrementando composición y abundancia de diatomeas” (Arcos-Pulido&Gomez-Prieto, 2006; Yucra&Tapia, 2008). En el 2013, Calizaya-Anco *et al.* asoció la influencia antropogénica con la modificación de la riqueza específica de las diatomeas en Tacna, Perú. Sin embargo, para poder evidenciar esta asociación en los humedales de Puerto Viejo, se necesitarían realizar estudios más profundos que sobrepasan los objetivos de la presente investigación.

La comunidad de fitoplancton estuvo compuesta principalmente por diatomeas (Bacillariophyceae), las cuales son indicadores de contaminación orgánica y eutrofización (Lobo *et al.*, 2010). Los cambios drásticos generan un crecimiento exponencial de la abundancia de la comunidad de fitoplancton, principalmente por el volumen de nutrientes y la disponibilidad de oxígeno en el medio (Céspedes-Vargas *et al.*, 2016). En el análisis de fitoplancton, se hallaron “especies resistentes a alta

contaminación orgánica como *Navicula sp.*” (Licursi&Gómez, 2003) y “*Oscillatoria sp.*” (Peralta, 2005). Sin embargo, la especie *Navicula sp.* no se registró en ningún punto de muestreo en la temporada seca. Vouilloud et al. (2005) y Cuesta et al. (2007) afirman que “el género *Navicula* posee una amplia distribución en ambientes dulceacuícolas”, y Gómez et al. (2001) y Molina (2013) sostienen que “este género es resistente a la alternancia del medio y su dominancia indica áreas ponderadamente perturbadas que estarían asociados a contaminación”.

Los índices de diversidad en la Laguna de Puerto Viejo para la comunidad de fitoplancton, indican una alta diversidad de especies. Los resultados obtenidos en la riqueza de Margalef (d) hacen referencia a un ecosistema con alta biodiversidad. Los valores del índice de Pielou indican una uniformidad relativamente alta en la distribución de individuos entre especies.

El índice Diatómico General nos presenta un panorama relativamente aceptable durante la temporada húmeda donde se observa una *polución moderada*, esto debido principalmente al volumen de agua disponible para reducir el impacto generado por el hombre en el humedal; asimismo, el ingreso de agua salina al humedal por procesos de escorrentía se vuelven más frecuentes por los fuertes vientos y oleajes; por su parte, la temporada seca presenta una *polución moderada* en las lagunas con un volumen de agua considerable; sin embargo, la reducción del volumen del agua disponible para mantener el equilibrio del medio y reducir los impactos externos es directamente proporcional con la calidad de la misma , teniendo calidades de IDG entre *Polución Media y Contaminación Fuerte*.

Con el análisis de componentes principales, se observó un aporte importante de los parámetros fisicoquímicos sobre el ensamble y composición de las comunidades acuáticas, principalmente las comunidades de la columna de agua como el fitoplancton, las comunidades hidrobiológicas están controladas por un gran número de factores fisicoquímicos que pueden alterar la estabilidad el medio acuático (Staeher, *et al.*, 2010). La temperatura es un factor que depende de la temporalidad (Húmeda, Seca, Verano e Invierno) y generalmente es homogénea durante una estación; por su parte, el pH es un factor más variable que depende de las características físicas del medio o de estímulos externos, estudios en diversos cuerpos de agua lénticos como Manglares, Lagunas, Humedales, Lagos y Carrizales han determinado que las variables fisicoquímicas influyen en la presencia o ausencia de la biodiversidad acuática (Ávila *et al.*, 2015).

En general, los parámetros físico-químicos como pH, temperatura, OD, conductividad, TDS varían de manera *normal* en ambientes no impactados o intervenidos; en el presente estudio, los resultados de los parámetros físico-químicos no son del todo representativos ya que el humedal de Puerto Viejo viene siendo impactado por diversos factores como la fluctuación del volumen del agua, el intercambio de agua dulce y salina, la incidencia del sol o las macroalgas presentes en el medio, así como los nutrientes que estarían en exceso o déficit (Vargas-Machuca *et al.*, 2008; Rincón *et al.*, 2010).

b. Zooplancton

La composición del zooplancton en la Laguna de Puerto Viejo está constituida por 4 phylum (Ciliophora, Protozoa, Rotifera y Arthropoda), con predominancia de los phylum Rotifera (39%) y Protozoa (28%). En el año 2019, un estudio (Equilibrio Ambiental, 2019)

registró la presencia de los mismos phylum incluyendo el phylum Nematoda; en dicho trabajo, la composición porcentual de los phylum más abundantes fue Arthropoda (38%) y Protozoa (23%). A diferencia de la presente investigación realizada, el estudio de Equilibrio Ambiental constó de 4 puntos de muestreo que se evaluaron durante el mes de noviembre 2019; mientras que en la presente investigación se consideraron dos temporadas durante el año 2021, que constó de una temporada húmeda y una temporada seca, lo cual nos permitió analizar la frecuencia de las comunidades a lo largo del año.

La mayor abundancia relativa la presentaron el phylum Rotifera (39%) y Arthropoda (26%). “Estos resultados contrastan con evaluaciones realizadas en represas, llanuras de inundaciones, humedales, lagos y en grandes ríos con planicies de inundación” (Gaviria & Aranguren, 2007; De Paggi & Paggi, 2014). Además, estos organismos toleran una gran variedad de factores ambientales (Neves *et al.*, 2003). Las especies más abundantes fueron en Rotífera, *Lecane lunaris*, *Platyas quadricornis* y *Euchlanis* sp.; en Arthropoda, *Simocephalus* sp., *Chydorus* sp. y *Alona* sp. Resultados similares fueron obtenidos en el año 2019 por Equilibrio Ambiental, donde obtienen una distribución porcentual de Rotifera (44%) y Arthropoda (41%). Según la literatura, “géneros como *Euchlanis* y *Alona* son comunes en lagos eutróficos” (Esteves, 1998; Abdul *et al.*, 2016). Por otro lado, Carranza-Castillo *et al.* (2021), en su investigación, señalaron cierta influencia de los géneros *Platyas* y *Lecane* en los nitritos.

Los índices de diversidad en la Laguna de Puerto Viejo para la comunidad de zooplancton, indican una alta diversidad de especies. Asimismo, la riqueza de Margalef hace referencia a un ecosistema con media-baja biodiversidad, estos valores resultaron

bajos debido al poco número de individuos existentes en las muestras. Los valores del índice de Pielou indicaron una uniformidad relativamente alta en la distribución de individuos entre especies; es decir, los valores de equidad y dominancia expresan la inexistencia de dominio de alguna especie en específico.

c. Perifiton vegetal

El perifiton está constituido por un grupo de especies que se encuentran en la inter-fase agua-sustrato. La distribución y el porcentaje del grupo alterna en cada sistema acuático (Montoya & Aguirre, 2013).

La composición del perifiton vegetal en la Laguna de Puerto Viejo está constituida por 5 divisiones (Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Ciliophora y Euglenozoa), con predominancia de las divisiones Bacillariophyta (50%) y Cyanobacteria (21%). Por otro lado, en el año 2019, Equilibrio Ambiental registró una composición porcentual de las divisiones más abundantes fue Cyanobacteria (16.61%) y Bacillariophyta (27%).

Las especies más abundantes fueron en Bacillariophyta, *Achnantheidium* sp., *Fragilaria* sp. y *Nitzschia linearis*; sin embargo, en Cyanobacteria, la clase dominante fue Dianophyceae. Según Montoya & Aguirre (2013), la baja densidad en la especie *Nitzschia linearis* podría estar relacionado con altos niveles de conductividad y ligeras ponderaciones de pH. De esta manera, Mejía (2021) estudió la composición y alternancias espacio-temporales de las diatomeas presentes en un humedal, donde bajo condiciones mesotróficas, abundaron las especies altamente frágiles a sólidos, conductividad y altos niveles de nutrientes de los géneros *Achnanthes*, *Fragilaria*, entre otros. Otra especie que se registró fue *Phacus* sp., cuya abundancia podría indicar la

presencia de materia orgánica en descomposición y condiciones de eutrofia (Pinilla, 1998); además, son consideradas resistentes a los pesticidas (Pinilla, 2000).

La ventaja de emplear a las diatomeas como indicadoras de calidad de agua se debe a que algunas especies son muy sensibles a alteraciones ambientales sea en pequeños o extensos periodos de tiempo; estas algas son particularmente manejables, debido a la pared celular que poseen y que raramente son alteradas al ser extraídas de los sustratos naturales o artificiales (Toro *et al.*, 2003).

Los índices de diversidad, para la comunidad de perifiton vegetal, indican una alta diversidad de especies. La riqueza de Margalef (d) hace referencia a un ecosistema con media-baja biodiversidad, estos valores resultaron bajos debido al poco número de individuos existentes en las muestras. Los valores del índice de Pielou (J') indican una uniformidad relativamente alta en la distribución de individuos entre especies; es decir, los valores de equidad y dominancia expresan la inexistencia de algún dominio en particular de alguna especie.

d. Perifiton animal

El perifiton animal en la Laguna de Puerto Viejo, presentó predominancia del phylum Protozoa (67%) y Rotifera (33%). La mayor abundancia relativa se halló durante los puntos de muestreo de la temporada seca. Las especies de perifiton animal identificadas fueron en Protozoa, *Euglypha* sp., *Trinema* sp.; y en Rotifera, *Lepadella* sp. Según, Streble & Krauter (1987), *Euglypha* sp. es un organismo propio de aguas estancadas con polución moderada. Asimismo, señalan que la especie *Trinema* sp., se halla asociada a sistemas con predominancia de hojarasca o material vegetal proveniente de vegetación

adyacente. Muñoz *et al.* (2011), identificaron seis familias de Rotíferos, entre ellas a Lecanidae, especie *Lecane* sp. y señalaron que su presencia era típica de ambientes acuáticos donde existe abundante vegetación y materia orgánica.

Por otro lado, los índices de diversidad en la Laguna de Puerto Viejo para la comunidad de perifiton animal, indican una baja diversidad de especies. Asimismo, la riqueza de Margalef (d) hace referencia a un ecosistema con baja biodiversidad, estos valores resultaron bajos debido al poco número de individuos existentes en las muestras. Los valores del índice de Pielou (J') indica una uniformidad relativamente alta en la distribución de individuos entre especies; es decir, los valores de equidad y dominancia expresan la inexistencia del dominio de alguna especie en específico y que éstas poseen una distribución porcentualmente homogénea en la mayoría de las estaciones de muestreo.

e. Bentos

“Es frecuente el uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua como medida de protección de los ambientes acuáticos” (Wetzel & Likens, 2000). Hanson *et al.* (2010) menciona que los macroinvertebrados dulceacuícolas tienen un papel importante en todos los sistemas acuáticos y dentro de los procesos ecológicos. Además, señalan que la pérdida en la diversidad de estos está relacionada con los impactos antropogénicos como la contaminación de los sistemas acuáticos.

La composición del zooplancton en la Laguna de Puerto Viejo estuvo constituida por 5 órdenes (Gasteropoda, Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera y Trombidiformes), 8 familias y 11 especies, con predominancia de los órdenes Diptera (55%) y Gasteropoda

(18%). La mayor abundancia relativa la presentaron el orden Diptera (36%) con 617 individuos y Gasteropoda (30%) con 511 individuos. Los puntos de muestreo de la temporada seca presentaron la mayor abundancia con 1128 individuos; sin embargo, los puntos de muestreo de la temporada húmeda presentaron 593 individuos. En contraste de los hallazgos generados en la actual investigación, Equilibrio Ambiental (2019) no registró la presencia de macroinvertebrados de bentos en los humedales de Puerto Viejo.

Durante los monitoreos se han registrado especies resistentes principalmente del orden díptera que tienen una fase acuática y se alimentan de materia en descomposición. Los sistemas lénticos permanentes como los humedales, suelen albergar especies de la clase Insecta, destacando los órdenes: Coleoptera, Diptera, Hemiptera y Odonata; en estudios realizados en humedales costeros peruanos, este patrón en el ensamblaje de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se repite en toda la costa peruana. La presencia de especies del orden Díptera, especialmente de la familia Chironomidae, es un indicador de cambios en la calidad biológica del humedal, siendo estas especies, las que mejor interactúan con los cambios en el medio donde se han asentado (Paggi, 2009).

Durante a evaluación de los macroinvertebrados, se registró la presencia de la especie *Chironomus* sp. (Diptera), la cual se caracteriza por ser el grupo más abundante y distribuido en los cuerpos de agua (Medina & Paggi, 2004); además poseen una gran plasticidad ecológica, por lo cual pueden habitar en varios ambientes (Paggi, 2009). Butakka *et al.* (2002) y Moretto *et al.* (2002), señalaron que la familia Choronomidae se

caracteriza por estar presente en ambientes fuertemente contaminados; además, De La Lanza-Espino *et al.* (2000) destacan a esta familia como organismo tolerante a la contaminación por materia orgánica e inorgánica. Por otro lado, Espino *et al.* (2000) señalaron que *Leptohyphes* sp. (Mollusca) habitan sistemas lóticos, entre hojarasca y aguas tranquilas, alimentándose de algas; además, señalan que son indicadoras de aguas con ligera contaminación.

Los índices de diversidad para la comunidad bentónica, indican una alta diversidad de especies. Asimismo, la riqueza de Margalef (d) hace referencia a un ecosistema con media-baja biodiversidad, estos valores resultaron bajos debido al poco número de individuos existentes en las muestras. Los valores del índice de Pielou (J') indican una uniformidad relativamente alta en la distribución de individuos entre especies; los valores de equidad y dominancia expresan la inexistencia de dominio de alguna especie en específico y que éstas poseen una distribución porcentualmente homogénea en la mayoría de las estaciones de muestreo.

La utilización de Índices para catalogar la calidad del agua es ampliamente usado; sin embargo, estos están direccionados principalmente a ambientes lóticos como ríos y quebradas, la normativa del MINAM según el decreto N°015-2015 clasifica a los humedales como ambientes lénticos; por lo que, la mayoría de Índices no podrían ser aplicados, más aún cuando estos han sido diseñados pensando en ambientes oligotróficos.

El Perú tiene una diversidad muy alta de especies en distintas altitudes que no son consideradas en la mayoría de Índices, el Índice ABI, una modificación del BMWP, ha

intentado recopilar algunas especies de zonas altoandinas y darle una valoración; sin embargo, aún deja fuera muchas especies importantes.

Para Chivatá & Acosta (2015), el principal dilema que afronta la Conservación de Humedales es la dificultad para tener acceso a fuentes de divulgación informativa técnica y científica, debido a la poca participación de la comunidad en procesos de investigación, poca o nula divulgación de proyectos y resultados obtenidos, o de metodologías específicas, entre otras acciones necesarias para establecer una conexión entre lo ambiental y lo social. Esta misma falta de información se puede evidenciar para los Humedales de Puerto Viejo, ya que no existen estudios con fines investigativos sobre dicho ecosistema lo que no nos permitió poder hacer un paralelo entre nuestros resultados obtenidos con los de otros investigadores.

Finalmente, podemos concluir que el humedal de Puerto Viejo, se encuentra en un fuerte proceso de eutrofización; esto lo podemos deducir de los resultados obtenidos, sumado a los resultados obtenidos por otro estudio (Equilibrio Ambiental, 2019) para la comunidad de bentos. En el estudio de la empresa privada no se registraron individuos en dicha comunidad; asimismo, en nuestros resultados obtuvimos bajos índices de biodiversidad debido al poco número de individuos existentes en las muestras

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

- La temporalidad cumple un rol importante en el comportamiento de las comunidades hidrobiológicas, las características particulares de cada temporada, así como la presencia de agua es el componente primario en que se deriva la distribución de los organismos y su incremento depende de la frecuencia de recambio poblacional, esto se pudo evidenciar en los resultados obtenidos (diversidad, riqueza) en las temporadas húmeda y seca de las diferentes comunidades hidrobiológicas.
- La abundancia registrada para la comunidad de fitoplancton en el humedal para cada una de las estaciones de muestreo fue elevada. Por lo cual, se puede contrastar que las propiedades intrínsecas del sistema evaluado, tales como: comunidades hidrobiológicas y parámetros físicoquímicos, influye positivamente en la existencia de estos organismos importantes para la determinación del estado trófico del sistema.
- En relación con la comunidad de zooplancton se puede establecer que, en general, está representada por organismos propios de sistemas con una extensa cantidad de detritus y materia orgánica disponible, en este caso la comunidad de zooplancton resultó favorecida por la a la diversificación y establecimiento de la comunidad de fitoplancton, al ser éste su principal fuente de alimento.
- Dentro del perifiton se encontraron las especies: *Achnanthydium* sp., *Fragilaria* sp., *Nitzschia linearis*, *Phacus* sp., *Lecane* sp., *Euglypha* sp., entre otras; la presencia de

estas especies está asociada a valores altos en la conductividad, presencia de materia orgánica, condiciones de eutrofia.

- La comunidad de bentos registró bajos índices de biodiversidad debido al poco número de individuos existentes en las muestras. Durante a evaluación se registró la presencia de la especie *Chironomus* sp. (Diptera), la cual, según bibliografía, se caracteriza por estar presente en ambientes fuertemente contaminados. Asimismo, la especie encontrada *Leptohyphes* sp. (Mollusca) habita aguas con ligera contaminación.
- Con base a la metodología realizada y a los resultados obtenidos se considera que el Humedal de Puerto Viejo se encuentra en un estado de mesotrofia a eutrofia, así mismo se concluye que la calidad del agua es media (temporada húmeda) y con contaminación fuerte (temporada seca); lo señalado anteriormente se desprende del análisis de los bioindicadores (comunidades hidrobiológicas, en especial por la abundancia de las diatomeas) y de la búsqueda de bibliografía e interpretación para la presencia/abundancia de ciertas especies en específico de las diferentes comunidades hidrobiológicas.

2. Recomendaciones

- Se recomienda evaluaciones periódicas, con frecuencia mensual, debido a las actividades antrópicas y la agresividad de estas sobre las lagunas del Humedal de Puerto Viejo, evaluaciones por temporada ya no generan resultados que puedan ser interpretados para conocer la calidad biológica de las lagunas de Puerto Viejo y la dinámica de la misma.

- El uso de bioensayos sobre la columna del agua y el sedimento sería una herramienta importante para conocer el real estado de las lagunas y cómo van evolucionando estas en relación con las actividades humanas que impactan sobre la estabilidad biológica del humedal.
- Consideramos que sería de gran utilidad un análisis de clorofila para poder determinar de manera exacta el grado del proceso de eutrofización en la que se encuentra dicho ecosistema. Además, de realizar estudios complementarios en los que se evalúe qué agente físico-químico está desencadenando el proceso eutrófico.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul, W. O., Adekoya, E. O., Ademolu, K. O., Omoniyi, I. T., Odulate, D. O., Akindokun, T. E., Olajide, A. E. (2016). The effects of environmental parameters on zooplankton assemblages in tropical coastal estuary, South-west, Nigeria. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*. 42 (3): 281-287.
- Almuktar, S., Abed, S. N. y Scholz, M. (2018). Wetlands for wastewater treatment and subsequent recycling of treated effluent: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(24), 23595–23623. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2629-3>
- Angradi, T. R., Bartsch, W. M., Trebitz, A. S., Brady, V. J. y Launspach, J. J. (2017). A depth-adjusted ambient distribution approach for setting numeric removal targets for a Great Lakes Area of Concern beneficial use impairment: degraded benthos. *Journal of Great Lakes Research*, 43(1), 108–120. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2016.11.006>
- Arcos-Pulido, M. P. y Gómez-Prieto, A. C. (2006). Microalgas perifíticas como indicadoras del estado de las aguas de un humedal urbano Jaboque, Bogotá D.C., Colombia. *NOVA Publicación Científica*. 4: 60-79.
- Armengol, J. (1982). Ecología del zooplancton de los embalses. *Mundo Científico La Recherche* 2 (11): 168-178.
- Arrascue A., Iannacone J., Alvariño L., Basilio S. y Lazcano C. (2001). El insecto *Chironomus calligraphus* Goeldi y la bacteria *Escherichia coli* como ensayos ecotoxicológicos para evaluar sedimentos elutriados dulceacuícolas. *Rev. per. Ent.* 42: 159-173.

- Ávila Pérez, Humberto, García Ibañez, Sergio, Rosas-Acevedo, José Luis (2015), Análisis de Componentes Principales, como herramienta para interrelaciones entre variables fisicoquímicas y biológicas en un ecosistema léntico de Guerrero, México. Universidad Autónoma de Guerrero, Revista Iberoamericana de Ciencias, ISSN 2334-2501.
- Blankespoor, B., Dasgupta, S. y Laplante, B. (2014). Sea-level rise and coastal wetlands. *Ambio*, 43(8), 996–1005. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0500-4>
- Brack, A. y Mendiola, C. (2000). Las comunidades de las lagunas costeras. En: *Ecología del Perú*. http://www.peruecologico.com.pe/lib_c8_t09.htm
- Buenfil, J. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. In *Volumen I, SEMARNAT-INE*.
- Butakka C. M. M., Komatsu E. H. y Takeda A. M. (2002). Composição da fauna bentônica da lagoa Ventura, sistema rio Ivinhema, bacia do Alto Rio Parana (MS, PR). XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia: A Zoologia e os Ecossistemas Costeiros. Santa Catarina, Brazil.
- Calizaya-Anco, J., Avendaño-Cáceres, M. y Delgado-Vargas, I. (2013). Evaluación de la calidad del agua fluvial con diatomeas (Bacillariophyceae), una experiencia en Tacna, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 30: 58-63.
- Carranza-Castillo, H., Gordillo-Guerra, J. y Reinoso-Flórez, G. (2021). Rotíferos, copépodos y branquiópodos presentes en un humedal del departamento del Tolima, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Coenc. Exact. Fis. Nat.* Vol. 45 (175).

Cheng, P., Meng, F., Wang, Y., Zhang, L., Yang, Q. y Jiang, M. (2018). The Impacts of Land Use Patterns on Water Quality in a Trans-Boundary River Basin in Northeast China Based on Eco-Functional Regionalization. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9).

Chivatá, T. y Acosta, J. (2015). Apropriación y sensibilización ambiental con la comunidad aledaña al humedal la conejera, a partir del reconocimiento de los organismos que conforman el fitoplancton y zooplancton. Tesis de Licenciatura. Colombia, Bogotá.

Choueri, R., Bonecker, C. y Dias, J. (2005). Spatial and temporal density variation of microcrustacean assemblages in different systems of the upper Paraná river floodplain (PR/MS-Brazil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 27(3), 243–250.

[http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Spatial+and+temporal+density+variation+of+microcrustacean+assemblages+in+different+systems+of+the+upper+Paran+River+floodplain+\(+PR+/+MS+-+Brazil+\)#0](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Spatial+and+temporal+density+variation+of+microcrustacean+assemblages+in+different+systems+of+the+upper+Paran+River+floodplain+(+PR+/+MS+-+Brazil+)#0)

Ciutti, F. (2005). Il monitoraggio dei corsi d'acqua con indicatori algali (diatomee). *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*. 41: 393-397.

Cohen, M. J., Creed, I. F., Alexander, L., Basu, N. B., Calhoun, A. J. K., Craft, C., D'Amico, E., DeKeyser, E., Fowler, L., Golden H. E., Jawitz, J. W., Kalla, P., Kirkman, L. K., Lane, C. R., Lang, M., Leibowitz, S. G., Lewis, D. B., Marton, J., McLaughlin, D. L., Mushet, D. M., Raanan-kiperwas, H., Rains, M. C., Smith, L. y Walls, S. C. (2016). Do geographically isolated wetlands influence landscape functions? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(8), 1978–1986.

Cosgrove, J., Walker, D., Morrison, P. y Hillman, K. (2004). Periphyton indicate effects of wastewater discharge in the near-coastal zone, Perth (Western Australia). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61(2), 331–338.

<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2004.05.008>

Cuesta, J. E. L., Olofsson, L. y Sánchez-Castillo, P. (2007). Comunidades de diatomeas epipélicas en las lagunas de alta montaña de Sierra Nevada (Granada, España). *Limnética*. 26: 99-113.

De la Lanza-Espino G., Hernández S. y Carbajal, J. (2000). Organismos indicadores de la calidad de agua y de la contaminación (Bioindicadores). Editorial Plaza y Valdez, S.A. de C.V. México.

De La Parra, A. y Rodelo, K. (2012). Composición y abundancia de la comunidad de algas perifíticas del Ría Cesar asociado a variables físico-químicas e hidrológicas durante los meses de Febrero-Septiembre del año 2011. (Tesis de Licenciatura). Universidad del Atlántico, Colombia.

De Paggi, S. y Paggi, J.C. (2014). El zooplancton de los grandes ríos Sudamericanos con planicie de inundación. *Revista FABICIB*. Vol. 18: 166-194.

Díaz, R. y Miranda, J. J. (2012). Áreas Naturales Protegidas en el Perú: Efectos sobre la Deforestación y su relación con el Bienestar de la Población Amazónica. Informe Final. Perú: Instituto de Estudios Peruanos.

Domínguez E. y Fernández H. R. (2009). Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología. Tucumán, Argentina. Fundación Miguel Lillo.

Equilibrio Ambiental (2019). Caracterización Ambiental de las Lagunas de Puerto Viejo. Condominio Lagunas de Puerto Viejo. Diciembre 2019.

[https://playalasalagunas.com/old/wp-content/uploads/2020/08/Caracterizacion Ambiental 2019.pdf](https://playalasalagunas.com/old/wp-content/uploads/2020/08/Caracterizacion_Ambiental_2019.pdf)

Espino, G., Hernández, S. y Pérez, J. (2000). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Universidad nacional autónoma de México. Instituto de biología. 420 p.

Esteves, F. (1998). Fundamentos de limnología. Rio de Janeiro, Brasil: Interciencia. p. 1-226.

Faulkner, S. (2004). Urbanization impacts on the structure and function of forested wetlands. *Urban Ecosystems*.

Fernández, A. (1999). Manual de las Diatomeas Peruanas. 1era Edición. Publicaciones del Thortus Botanius Truxillense. Dpto. de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo Perú.

Flores, F. J., Agraz, C. y Benítez, D. (2007). Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. *Perspectivas Sobre Conservación de Ecosistemas Acuáticos en México*.

Ganoza, F., Barreto, J., Gonzales, R., Díaz, M. (2013). Recursos ícticos y ambiente en la Laguna de Puerto Viejo, provincia de Cañete.

García, F. y Miranda, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. En: Impacto socio-ambiental, territorios sostenibles y desarrollo regional desde el turismo. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, México.

Gaviria, S. y Aranguren, N. (2007). Especies de vida libre de la subclase Copepoda (Arthropoda, Crustacea) en aguas continentales de Colombia. *Biota Colombiana* 8 (1) 53 – 68.

Gómez, L., Larduet, Y. y Abrahantes, N. (2001). Contaminación y biodiversidad en ecosistemas acuáticos. El fitoplancton de la bahía de Santiago de Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*. 22: 191-197.

Güntzel, A. M., Panarelli, E. A., da Silva, W. M. y Roche, F. (2010). Influence of connectivity on Cladocera diversity in oxbow lakes in the Taquari River floodplain. *Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul*, 22(1), 93–101.

<https://doi.org/10.4322/actalb.02201012>

Hanson, P., Springer, M. y Ramirez, A. (2010). Introduccion a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. En macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica. *Biologia Tropical*, 58 (4).

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20080/20282>

Hook, S. E., Gallagher, E. P. y Batley, G. E. (2014). The role of biomarkers in the assessment of aquatic ecosystem health. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 10(3), 327–341. <https://doi.org/10.1002/ieam.1530>

Kovács, M. (1992). Biological indicators in environmental protection.

<https://www.worldcat.org/title/biological-indicators-in-environmental-protection/oclc/25025873>

La Torre, M. y Aponte, H. (2014). Flora vascular y vegetación de los humedales de Puerto Viejo. *Revista Peruana de Biología*. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i2.209>

Lansac-Tôha, F., Bonecker, C., Velho, L., Simões, N., Dias, J., Alves, G. y Takahashi, E. (2009). Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2 suppl), 539–549. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000300009>

Lara-Lara, J., Arreola-Lizárraga, J., Calderón-Aguilera, L., Camacho-Ibar, V., de la Lanza-Espino, G., Escofet-Giansone, A. y Zertuche-González, J. (2008). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. In *Capital natural de México. Vol. 1.: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México.

León, B., Cano, A. y Young, R. (1995). La flora vascular de los pantanos de Villa, Lima, Perú: Adiciones y guía para las especies comunes. Publicaciones del Museo de Historia Natural-UNMSM. (B), vol. 38, pp. 1-39.

Licursi, M. y Gómez, N. (2003). Aplicación de índices bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas lóticos de la llanura Pampeana Argentina a partir del empleo de diatomeas. *Biología Acuática*. 21: 31-49.

- Lobo, E., Wetzel, C., Ector, L., Katoh, K., Blanco, S., & Mayama, S. (2010). Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. *Limnetica*, 29, 323-340.
- London, W. C. (2005). *MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT*. www.islandpress.org
- López, F. O. y Altamirano, M. C. (2011). Diatomeas bentónicas de los oasis de Baja California Sur [Informe Final SNIB- CONABIO, Proyecto No. HJ032]. La Paz, México D.F.: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Medina, A. y Paggi, A. (2004). Composición y abundancia de Chironomidae (Diptera) en un río serrano de zona semiárida (San Luis, Argentina). *Sociedad Entomológica Argentina*, 107-118.
- Medina, J., Piña, V., Nieves, S., Arzola, G. y Guerrero, I. (2012). La importancia de las microalgas. *CONABIO. Biodiversitas*. 103: 1-5.
- Mejía Rodríguez, Diana Marcela (2011) Diatomeas perifíticas y algunas características limnológicas de un humedal urbano en la sabana de Bogotá. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia.
- Method, S. (2014). Standard Test Method for Determination of Zinc in Zinc Ores and Concentrates by. Society, i(Reapproved), 1–5. <https://doi.org/10.1520/E0536-16.2>
- Meybeck, M., Friedrich, G., Thomas, R. y Chapman, D. (1992). Rivers. En D. Chapman (ed.). *Water Quality Assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring* (pp. 239-316). Londres: Chapman & Hall.

- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2015). Estrategia Nacional de Humedales.
- Molina, M. (2013). Efectos del derrame de petróleo sobre la comunidad fitoplanctónica de la laguna de Papallacta y sus principales afluentes (Tesis de Licenciatura). Universidad internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Montoya, H. (2004). Flora y ecología algal del ecosistema lagunar de Puerto Viejo, departamento de Lima. *Magistri et Doctores*, vol. 1: 9-18.
- Montoya, Y. y Aguirre, N. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente*. Vol 6 (3): 91-117.
- Moreno-Casasola, P. (2005). Humedales costeros. In *Estrategia para el Manejo Costero Integral: el Enfoque Municipal*.
- Moretto Y., Takeda A. M. y Butaca C. M. M. (2002). Distribuição espacial de larvas de Chironomidae (Díptera) em seis diferentes ambientes da planície aluvial do Rio Paraná. XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia: A Zoologia e os Ecossistemas Costeiros. Santa Catarina, Brazil.
- Moschella, P. (2012). Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo. (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Muñoz, C., Muñoz, Y. y Vergel, M. (2011). Bioestadística como apoyo a la praxis pedagógica de la Zoología de invertebrados en la determinación de Rotíferos de hábitat planctónico en el ecosistema de la laguna del Parque Recreacional de la ciudad de Cúcuta, aplicando las claves dicotómicas para su clasificación. *Revista Ecomatemático*. Vol. 2 (1).

- Omar, W. M. W. (2010). Perspectives on the use of algae as biological indicators for monitoring and protecting aquatic environments, with special reference to malaysian freshwater ecosystems. *Tropical Life Sciences Research*, 21(2), 51–67.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24575199>
- Ortega, H., Chocano, L., Palma, C. & Samanez, I. (2010). Biota acuática en la Amazonía Peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (Cusco-Ucayali). *Rev. Peru. Biol.* V. 17, N. 1.
- Paggi, A. (2009). Diptera: Chironomidae. En E. Dominguez, & H. Fernandez, *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología*. Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- Paredes, C., Iannacone, J. y Alvarino, L. (2007). Biodiversidad de invertebrados de los Humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú. *Neotrop. Helminthol.*, 1(1): 21-30.
- Peralta, P. (2005). Fitobentos, fitoplancton y zooplancton del Litoral del Bañado de Carilauquen, Cuenca de Ilancanelo, Mendoza, Argentina. *Limnetica*. 24(1-2):183-198.
- Pérez-Legaspi, I.A. y Rico-Martinez, R. (2001). Acute toxicity on three species of the genus *Lecane* (Rotifera: Monogononta). *Hydrobiology*. 446-447: 375-381.
- Pinilla, G. A. (1998). *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia*. Compilación bibliográfica. Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

ProNaturaleza. (2010). Humedales en la Costa Peruana.

Ramírez, D. y Aponte, H. (2018). Por qué los Humedales de Puerto Viejo perdieron su protección legal: analizando los motivos. *Revista Peruana de Biología*.

<https://doi.org/10.15381/rpb.v25i1.14349>

Ramsar. (2007). Estado y Tendencias – Humedales. 2.

https://static1.squarespace.com/static/5b256c78e17ba335ea89fe1f/t/5ba001a00e2e7277f62a3177/1537212858562/2_Ramsar+GWO_SPANISH_WEB-2.pdf

Ramsar. (2009). El cuidado de los Humedales, una respuesta al cambio climático. 16.

https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/wwd/10/wwd2010_a_a_leaflet_s.pdf

Ramsar. (2015). Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes. Nota Informativa Ramsar 7.

Rincón, Y., Daza, D. y Castrillón, W. (2011). Diagnóstico actual de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Apulo, Cundinamarca-Colombia. *Revista Tecnura*. 15(28): 53-67.

Riofrío, J., Samanez, I., Carrasco, F. y Clavo, M. (2003). Caracterización limnológica de la laguna de Cashibococha (Ucayali- Perú) durante el año 2001. *Revista Peruana de Biología*, pp. 183–194.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332003000200009

Roset, J., Aguayo, S. y Muñoz, M. J. (2001). Detección de cianobacterias y sus toxinas.

Una revisión. *Revista de Toxicología*. 18: 65-71.

Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J. y Davidson, N. (2013).

The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands. In *Report for the Ramsar Secretariat*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Sanchez, A., Abdul Malak, D., Guelmami, A. y Perennou, C. (2015). Development of an

indicator to monitor mediterranean wetlands. *PloS One*, 10(3), e0122694.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122694>

Scholz, N. L., Myers, M. S., McCarthy, S. G., Labenia, J. S., McIntyre, J. K., Ylitalo, G. M.,

Rhodes, L. D., Laetz, C. A., Stehr, C. M., French, B. L., McMillan, B., Wilson, D., Reed,

L., Lynch, K. D., Damm, S., Davis, J. W. y Collier, T. K. (2011). Recurrent Die-Offs of

Adult Coho Salmon Returning to Spawn in Puget Sound Lowland Urban Streams.

PLoS ONE, 6(12), e28013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028013>

Sendacz, S., Caleffi, S. y Santos-Soares. (2006). ZOOPLANKTON BIOMASS OF RESERVOIRS

IN DIFFERENT TROPHIC CONDITIONS IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL. In *Braz.*

J. Biol (Vol. 66). <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v66n1b/a16v661b.pdf>

SERNANP. (2017). Lista de Áreas Naturales Protegidas del Perú. Consulta: 2022.

<http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/mapas/ListaAnps.pdf>

Soler, A., Pérez, M. I., Aguilar, E. y Villarreal, I. (2012). Diatomeas del Canal de Panamá:

Bioindicadores y otros estudios pioneros. Panamá: Universidad de Panamá.

Streble, H. y Krauter, D. (1987). “Atlas de los microorganismos de agua dulce: La vida en una gota de agua”. *Barcelona, Omega*, p. 337.

Toro, J., Schuster, J., Kurosawa, J., Araya, E y Contreras, M. (2003). Diagnóstico de la Calidad del Agua en Sistemas Lóticos Utilizando Diatomeas y Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores Río Maipo (Santiago: Chile). XVI Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd20/riomai.pdf>

Vargas-Machuca, S., Ponce-Palafox, J., Arredondo-Figueroa, J., Chávez-Ortiz, E. y Vernon-Carter, E. (2008). La variación de los parámetros físico-químicos del agua en jaulas flotantes de Pargos (*Lutjanus peru* y *L. guttatus*) en una granja marina tropical. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 7(3): 237-242.

Vilmin, L., Flipo, N., Escoffier, N. y Groleau, A. (2018). Estimation of the water quality of a large urbanized river as defined by the European WFD: what is the optimal sampling frequency? *Environmental Science and Pollution Research International*, 25(24), 23485–23501. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7109-z>

Vouilloud, A. A., Sala S. E. y Sabbatini M. R. (2005). Diatomeas perifíticas de la cuenca del Río Sauce Grande (Buenos Aires, Argentina). *Iheringia*. 60: 77-89.

Ward, D. J., Simpson, S. L. y Jolley, D. F. (2013). Slow Avoidance Response to Contaminated Sediments Elicits Sublethal Toxicity to Benthic Invertebrates. *Environmental Science & Technology*, 47(11), 5947–5953.
<https://doi.org/10.1021/es400152a>

IX. ABREVIATURAS

MINAM: Ministerio del Ambiente

SERNANP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado

mm: milímetros

spp.: todas las especies

sp.: especie

msnm: metros sobre el nivel del mar

ha: hectáreas

SINANPE: Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado

mL: mililitros

m²: metros cuadrados

cm: centímetros

μ: micras

Ind: individuos

m: metros

MHN-UNMSM: Museo de Historia Nacional de la Universidad Nacional Mayor de San

Marcos

L: litros

IDG: Índice Diatómico General

ACP: Análisis de Componente Principal

PC: Componente Principal

pH: potencial de hidrógeno

Cél: células

ABI: Índice Biológico Andino

BMWP: Biological Monitoring Working Party

X. ANEXOS

Anexo 1. Detalle de resultados de la comunidad de Fitoplancton.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
					HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Bacillaria paxillifera</i>	2579	2468	1240	780	50	7117	3458	4789	2875	3125	2489	16736	23853
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia acicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2487	3689	3125	2785	12086	12086
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia recta</i>	0	0	0	0	0	0	2478	3222	2445	0	2647	10792	10792
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	100	6	32	0	15	153	654	854	489	1025	1078	4100	4253
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	2357	4933	2489	856	1871	12506	3215	5124	3289	1048	800	13476	25982
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis placentula</i>	1919	1543	1256	1423	943	7084	0	0	0	0	0	0	7084
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema parvulum</i>	7	42	125	135	0	309	200	158	168	0	187	713	1022
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulariaceae	<i>Ularia sp.</i>	903	0	524	0	0	1427	1058	1345	1087	1245	0	4735	6162
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	800	248	0	345	1393	1393
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis sp.</i>	0	10	85	15	4	114	105	124	135	178	213	755	869
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	20	215	213	2	15	465	0	0	0	0	0	0	465
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Plagiotropidaceae	<i>Plagiotropis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	245	315	378	412	468	1818	1818
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia gibberula</i>	53	58	125	74	12	322	89	0	0	0	124	213	535
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	89	7	12	0	24	132	132
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Suriellales	Suriellaceae	<i>Campylodiscus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	8	12	21	0	41	41
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphales	Catenulaceae	<i>Amphora sp.</i>	53	109	45	71	0	278	0	0	0	0	0	0	278
Chlorophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>	2357	4933	850	0	1076	9216	3154	3256	2014	1879	0	10303	19519
Chlorophyta	Chlorodendrophyceae	Chlorodendrales	Chlorodendraceae	<i>Tetraselmis sp.</i>	4	12	27	18	6	67	0	0	0	0	0	0	67
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>	66	41	0	25	4	136	102	145	126	0	145	518	654
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroococcales	Scenedesmeceae	<i>Desmodesmus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1057	1234	1897	1456	1897	7541	7541
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroococcales	Selenastreae	<i>Monoraphidium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	8	87	125	106	8	334	334
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaerales	Scenedesmeceae	<i>Coelastrum sp.</i>	6	0	4	5	7	22	0	0	0	0	0	0	22
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Anabaenaopsis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	21	18	35	41	29	144	144
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>	3858	1211	1477	1568	2568	10682	4128	3156	2078	2145	3014	14521	25203
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena oscillarioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	25	18	0	34	77	77

Anexo 2. Detalle de resultados de la comunidad de Zooplancton.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
					HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
Ciliophora	Ciliata	Hydrozoatometida	Parameciidae	<i>Paramecium</i> sp.	82	0	0	180	0	262	0	107	54	9	26	196	458
Ciliophora	Ciliata	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella</i> sp.	0	68	127	0	158	353	47	56	0	127	0	230	583
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>	74	320	58	0	78	530	0	0	0	85	0	85	615
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella hemisphaerica</i>	90	0	148	0	0	238	48	0	125	0	0	173	411
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella megatoma</i>	0	48	0	52	65	165	0	24	39	79	104	246	411
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Microchlamyidae	<i>Microchlamys patella</i>	540	80	0	0	46	666	248	86	57	0	65	456	1122
Protozoa	Filosia	Tubulinea	Euglyphidae	<i>Trocha echelus</i>	0	70	182	0	0	252	108	78	0	38	0	224	476
Rotifera	Monogonta	Plouma	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>	180	0	0	55	0	235	124	35	62	17	14	252	487
Rotifera	Monogonta	Plouma	Brachionidae	<i>Platyias quadricornis</i>	0	299	48	89	97	533	214	0	67	85	0	366	899
Rotifera	Monogonta	Plouma	Euchlanidae	<i>Euchlanis</i> sp.	270	91	85	46	75	567	108	26	37	0	64	235	802
Rotifera	Monogonta	Plouma	Lepadellidae	<i>Colurella uncinata</i>	0	56	48	67	0	171	2	0	18	26	34	80	251
Rotifera	Monogonta	Plouma	Lecanidae	<i>Lecane luna</i>	0	0	145	108	0	253	28	54	61	0	36	179	432
Rotifera	Monogonta	Plouma	Lecanidae	<i>Lecane lunaris</i>	273	125	0	148	0	546	0	216	115	247	0	578	1124
Rotifera	Monogonta	Plouma	Proalesidae	<i>Proales</i> sp.	0	55	80	90	182	407	26	57	68	0	129	280	687
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daophniidae	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0	0	0	150	0	150	35	0	0	37	19	91	241
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona</i> sp.	180	28	159	0	215	582	25	0	54	0	0	79	661
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus</i> sp.	50	125	148	325	84	732	0	61	27	39	105	232	964
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daophniidae	<i>Simocapulus</i> sp.	180	182	248	145	106	861	95	81	67	101	74	418	1279
Número de Individuos (N)					1919	1547	1476	1455	1106	7503	1108	881	851	890	670	4400	11903
Número de Especies (S)					10	13	12	12	10	18	13	12	14	12	11	18	18

Anexo 3. Detalle de resultados de la comunidad de Perifiton Vegetal.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
					HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia linearis</i>	4	1	2	1	1	9	12	21	32	0	105	170	179
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0	2	1	0	0	3	0	35	15	0	0	50	53
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Achnanthydiaceae	<i>Achnanthydium sp.</i>	3	1	12	1	4	21	34	101	74	87	0	296	317
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema sp.</i>	1	4	0	7	0	12	15	51	48	0	24	138	150
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp.</i>	3	11	0	12	0	26	34	91	54	75	0	254	280
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	3	1	0	12	8	24	24	15	0	32	0	71	95
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp.</i>	7	15	4	9	14	49	0	23	0	0	0	23	72
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium sp.</i>	3	1	0	1	0	5	31	18	24	18	0	91	96
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>	0	2	3	0	1	6	34	45	0	0	57	136	142
Ciliophora	Ciliata	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp.</i>	1	0	0	1	0	2	0	25	0	38	0	63	65
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Indeterminado	Indeterminado	1	0	2	3	0	6	105	0	24	31	18	178	184
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Indeterminado	Indeterminado	0	1	0	0	3	4	0	0	0	0	0	4	4
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	Indeterminado	1	0	1	0	2	4	0	52	0	42	0	94	98
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>	4	0	2	1	1	8	48	0	57	32	18	155	163
Número de Individuos (N)					31	39	27	48	34	179	337	477	328	355	222	1719	1898
Número de Especies (S)					11	10	8	10	8	14	9	11	8	8	5	13	14

Anexo 4. Detalle de resultados de la comunidad de Perifiton Animal.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
					HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
Protozoa	Eilosisia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha</i> sp.	1	1	3	1	0	6	5	4	1	2	0	12	18
Protozoa	Eilosisia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Trochema</i> sp.	2	1	0	4	1	8	0	11	1	3	0	15	23
Rotifera	Monogonta	Ploimoa	Lepadellidae	<i>Lepadella</i> sp.	1	0	2	0	1	4	1	3	4	0	13	21	25
Número de Individuos (N)					4	2	5	5	2	18	6	18	6	5	13	48	66
Número de Especies (S)					3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	1	3	3

Anexo 5. Detalle de resultados de la comunidad de Bentos.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Temporada Húmeda					SUB TOTAL	Temporada Seca					SUB TOTAL	TOTAL
					HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		HB-01	HB-02	HB-03	HB-04	HB-05		
Mollusca	Gastropoda	Gasterópoda	Cochliopidae	<i>Heleobia cumingi</i>	33	11	24	0	56	124	38	12	26	4	58	138	262
Mollusca	Gastropoda	Gasterópoda	Turritellidae	<i>Melanoides tuberculata</i>	0	24	54	37	0	115	4	31	56	41	2	134	249
Artrópoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp.</i>	44	26	7	11	3	91	64	46	15	32	12	169	260
Artrópoda	Insecta	Coleóptera	Hydrophilidae	<i>Transtermus sp.</i>	9	0	12	32	0	53	7	8	32	62	1	110	163
Artrópoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironominae sp.</i>	0	9	15	0	7	31	10	19	25	2	17	73	104
Artrópoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Orthocladiinae</i>	7	0	11	5	0	23	0	24	31	15	27	97	120
Artrópoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Podonominae</i>	0	10	0	0	6	16	20	0	14	0	16	50	66
Artrópoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Atanypus</i>	11	0	0	21	0	32	21	0	17	41	0	79	111
Artrópoda	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp.</i>	9	12	7	21	8	57	19	22	17	31	18	107	164
Artrópoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Hemerodromia sp.</i>	0	2	0	0	9	11	0	12	0	0	29	41	52
Artrópoda	Arachnida	Trombidiformes	Hygrobatidae	<i>Hygrobatina sp.</i>	11	4	7	12	6	40	31	24	17	42	16	130	170
Número de Individuos (N)					124	98	137	139	95	593	214	198	250	270	196	1128	1721
Número de Especies (S)					7	8	8	7	7	11	9	9	10	9	10	11	11

Anexo 1. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de bentos del punto HB-01.



Anexo 2. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de plancton del punto HB-01.



Anexo 3. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de necton del punto HB-01.



Anexo 4. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de bentos del punto HB-02.



Anexo 5. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de plancton del punto HB-02.



Anexo 6. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de necton del punto HB-02.



Anexo 7. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de bentos del punto HB-03.



Anexo 8. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de plancton del punto HB-03.



Anexo 9. **Registro Fotográfico.** Toma de muestra de necton del punto HB-03.



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 246 -2020-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima 16 de noviembre del 2020

VISTO:

El informe de revisión independiente académica y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: **Análisis de la calidad biológica del agua de la laguna puerto viejo situada en la localidad de Cañete, Lima-Perú**, presentado por:

- **Rios Sanchez, Mauro Andres y Del Río Ponte, Valerio Augusto**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: **Análisis de la calidad biológica del agua de la laguna puerto viejo situada en la localidad de Cañete, Lima-Perú** con N° de registro: **447-2019-PRE11**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **Mey-ling Rita Espinoza Kou** y **Coasesor:Eduardo Braulio Sánchez Rioja** como asesor(a) para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,



Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca

Director Académico

Carrera de Ingeniería Ambiental