

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA



**Evaluación del estado ecológico de la laguna Piticocha (Pasco, Perú):
descripción del hábitat, comunidades hidrobiológicas y concentración
de metales pesados en peces durante la vaciante y creciente con fines
piscícolas**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR**

Tesistas:

Bach. Alvarez Regalado, Kiara Isabel
Bach. Pereda Cerna, Iris Xiomara

Asesor:

Dr. Torres Cabrera, Luis Fernando
ORCID: 0000-0003-4662-5412

Nuevo Chimbote – Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA

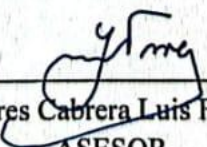


Evaluación del estado ecológico de la laguna Piticocha (Pasco, Perú): descripción del hábitat, comunidades hidrobiológicas y concentración de metales pesados en peces durante la vaciante y creciente con fines piscícolas

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR

Tesistas:

Bach. Kiara Isabel Alvarez Regalado
Bach. Iris Xiomara Pereda Cerna



Dr. Torres Cabrera Luis Fernando
ASESOR

ORCID: 0000-0003-4662-5412
DNI: 26690133

Nuevo Chimbote – Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA



Evaluación del estado ecológico de la laguna Piticocha (Pasco, Perú): descripción del hábitat, comunidades hidrobiológicas y concentración de metales pesados en peces durante la vaciante y creciente con fines piscícolas

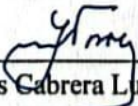
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR

Tesistas:

Bach. Kiara Isabel Alvarez Regalado
Bach. Iris Xiomara Pereda Cerna


Dr. Merino Moya Juan Fernando
PRESIDENTE
ORCID: 0000-0002-4848-3190
DNI: 17909299


Msc. Miriam Nemesi Velasquez Guarniz
SECRETARIA
ORCID: 0000-0002-1789-9740
DNI :32948162


Dr. Torres Cabrera Luis Fernando
INTEGRANTE
ORCID: 0000-0003-4662-5412
DNI: 26690133

Nuevo Chimbote – Perú
2026

ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el
laboratorio de Limnología, siendo las 9:00 horas del
día 10 de julio 2026, dando cumplimiento a la Resolución N°
154-2026-UN-S-PE, se reunió el Jurado Evaluador presidido por Fernando
Montero Maya, teniendo como miembros a Miriam Velásquez
Guaruz (secretario) (a), y Luis Tones Cabrer (integrante),
para la sustentación de tesis a fin de optar el título de Biólogo Acuicultor
realizado por el, (la), (los) tesista (as) Viana Isabel
Abrante, Regalado y Luis Ximena Pereda Arana
....., quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada:
Evaluación del estado ecológico de la laguna Pitichay
(Parco Peru) del habitat, comunidades hidrobiológicas
y concentración de metales pesados en peces durante
los raudales y eventos en fases juveniles

Terminada la sustentación, el, (la), (los) tesista (as)s respondió (ieron) a las preguntas formuladas por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como Buena asignándole un calificativo de 18 puntos, según artículo 111° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, vigente (Resolución N° 337-2024-CU-R-UNS)

Siendo las 10:10 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad

Nombre: Fernando Montero Maya
Presidente

Nombre: Miriam Velásquez Guaruz
Secretario

Nombre: Luis Tones Cabrer
Integrante

Distribución: Integrantes J.E (), tesistas () y archivo (02).



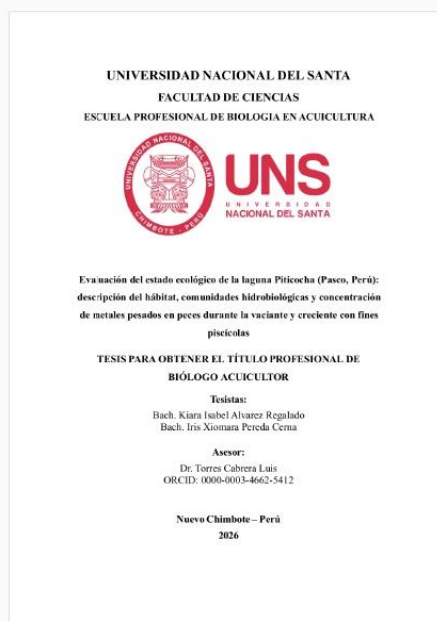


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Kiara Isabel Alvarez Regalado
Título del ejercicio: INFORME INVESTIGACIÓN ANUAL UNS
Título de la entrega: Evaluación del estado ecológico de la laguna Piticocha (Pasco, ...
Nombre del archivo: UNS_2026_FINAL_FINALITO.docx
Tamaño del archivo: 5M
Total páginas: 117
Total de palabras: 31,558
Total de caracteres: 171,905
Fecha de entrega: 13-jul-2026 12:17p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2997540603



Evaluación del estado ecológico de la laguna Piticocha (Pasco, Perú): descripción del hábitat, cor
hidrobiológicas y concentración de metales pesados en peces durante la vaciante y creciente c

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

2

Submitted to Organismo de Evaluación y Fiscalización

Trabajo del estudiante

3

www.minem.gob.pe

Fuente de Internet

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5

www.polodelconocimiento.com

Fuente de Internet

6

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

7

pucesinews.pucesi.edu.ec

Fuente de Internet

8

GOLDER ASSOCIATES PERU S.A.. "Tercer ITS de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Social y Ambiental de la Unidad Minera Constancia-IGA0000903", R.D. N° 120-2019-SENACE-PE/DEAR, 2020

Publicación

9

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

10

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "PMA del Proyecto Reubicación de la Plataforma Piloteada Corrientes Norte y del Pozo de Desarrollo CN-A para la Construcción de la Plataforma CORR-130 y del Pozo de Desarrollo CORR-1030D el Yacimiento Corrientes - Lote 8-IGA0004831", R.D. N° 368-2013-MEM/AAE, 2020

Publicación

11

INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "Segunda Actualización del E D de Ampliación de Capacidad Instalada a 230 000 TMA de la Planta de Beneficio de la Refinería Cajamarquilla-IGA0013289", R.D. N° 0046-2021-SENACE-PE/DEAR, 2021

Publicación

12

repositorio.pucese.edu.ec

Fuente de Internet

DEDICATORIA

A mis dos ángeles en el cielo, mi querida abuela y mi bisabuela. Con infinito amor dedico este logro a ustedes, quienes fueron una guía constante en mi vida. Su cariño, sabiduría y ejemplo dejaron una huella imborrable en mi corazón. Aunque hoy ya no estén físicamente a mi lado, su recuerdo vive en cada paso que doy y en cada meta que alcanzo. Gracias por haberme enseñado a luchar por mis sueños, a no rendirme ante las dificultades y a creer siempre en mí. Este logro también es de ustedes, porque su amor fue la fuerza que me impulsó a seguir adelante. Los amaré y recordaré siempre.

A mi mamá, por ser mi mayor apoyo y mi ejemplo de fortaleza. Gracias por tu amor incondicional, por cada sacrificio, por tu paciencia y por nunca dejar de creer en mí. Tu apoyo, tus palabras y tu ejemplo han sido la fuerza que me ha impulsado a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Este logro también es tuyo, porque sin ti nada de esto habría sido posible.

A mi papá, por tu amor, tu esfuerzo y por ser siempre un ejemplo de responsabilidad y perseverancia. Gracias por cada consejo, por tu apoyo incondicional y por enseñarme, con tu ejemplo, a luchar por mis metas. Tus enseñanzas y tu confianza en mí han sido fundamentales para llegar hasta aquí.

A mi abuelo, por su cariño, sus sabios consejos y por ser siempre una guía importante en mi vida. Gracias por ser un hombre ejemplar y por brindarme tanto amor; su ejemplo y sus palabras siempre serán una inspiración para mí.

A mis abuelos paternos, por su amor, sus enseñanzas y por formar parte de la base de la familia que hoy me sostiene.

A mis tías, quienes han sido como mis segundas madres, gracias por su amor, su cuidado y por estar siempre presentes en cada etapa de mi vida. Sus consejos, su apoyo y su cariño han sido un regalo invaluable que me ha acompañado siempre.

A mis hermanos, por ser parte fundamental de mi vida y por estar siempre a mi lado en cada etapa de este camino.

Iris Pereda

DEDICATORIA

A mis abuelitos Juana y Juan, quienes siempre creyeron en mí y me apoyaron en todo momento, motivándome a seguir adelante para ser mejor cada día; a ellos que, sin tener ninguna obligación siempre estuvieron pendientes de mis estudios y quienes por cosas de la vida a mitad de mi camino universitario tuvieron que partir acompañándome desde ese momento desde el cielo. A ustedes porque nunca soltaron mi mano, por más que yo sintiera que ya no podía continuar se que ustedes siempre estuvieron ahí cuidándome. Abuelitos solo me queda decirles “lo logramos”.

A mis padres Mabel y Gricelio quienes siempre han sido mi mayor motor y motivo para salir adelante, ellos quienes con su ejemplo siempre nos han motivado a seguir adelante. Este logro es de ustedes porque siempre han estado conmigo apoyándome en cada decisión que he tomado a lo largo de mi vida, porque cuando les dije que quería estudiar biología no dudaron en acompañarme en lo que seria un camino largo para todos nosotros lleno de mucho sacrificio y esfuerzo. Gracias por no haber soltado mi mano en ningún momento a pesar de que las cosas pudieran ponerse difíciles.

A mis hermanos Edwin, Julio, Henry y Ximena quienes siempre estaban ahí apoyándome de una u otra manera para que yo pudiera cumplir mis metas, a ellos porque siempre me brindaron su amor incondicional seguido por palabras de aliento que me permitieron a continuar adelante.

A mi abuelita Fabia quien sigue cuidando de mí a pesar de los años y la distancia, a ella que por mas que yo ya sea grande sigue viendo a esa niña chiquita que corria hacia ella cada que regresaba a la ciudad para visitar a la familia, a ti que siempre fuiste mi complice y creiste en mí. Este logro también es tuyo porque siempre estuvieste ahí cuidándome y apoyándome al igual que mis papás.

Este logro es de todos ustedes, porque a pesar de que el camino fuera difícil y estuviera lleno de mucha perseverancia y sacrificio no dudaron en ningún momento en acompañarme.

Kiara Alvarez

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a dios por darnos fuerzas para seguir adelante y por recordarnos que siempre hay calma después de la tormenta, gracias señor porque sin ti nada de esto sería posible.

A nuestra casa de estudios la Universidad Nacional del Santa, por habernos acogido durante estos años y ser parte fundamental en nuestra formación como biólogos, gracias por ofrecernos la oportunidad y los recursos necesarios para llevar a cabo este gran proyecto.

A nuestro asesor el profesor Luis Torres por creer en nuestra propuesta y en nosotras desde el primer momento en el que llegamos a su laboratorio, gracias por su tiempo en cada revisión, por sus consejos y por su apoyo incondicional en todo momento para que este proyecto pudiera salir adelante.

Al biólogo Manuel Aquino y al ingeniero Hernan Cristobal gracias por sus consejos y su apoyo desde el día uno en el que llegamos a ustedes con una idea no muy clara de lo que queríamos hacer, gracias por habernos ayudado a concretar este proyecto.

A nuestros padres, hermanos y abuelitos quienes no permitieron en ningún momento que nos rindamos, quienes siempre estuvieron presentes con su amor incondicional y sus palabras de aliento creyendo en nosotras incluso cuando nosotras ya no lo hacíamos.

A nuestros amigos Angel, Frank, Arom, Rossmery y Cristofer quienes siempre estuvieron ahí ayudándonos, sacándonos una sonrisa y dándonos ánimos para que continuemos y no nos rindamos.

Gracias a todos ustedes.

Kiara e Iris

Índice

DEDICATORIA	7
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO	9
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
I. INTRODUCCIÓN	18
II. OBJETIVOS	21
2.1. Objetivo general	21
2.2. Objetivos específicos	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Área de estudio	22
3.2 Aspectos morfométricos	23
3.2.1. Batimetría	23
3.2.1 Perfiles	23
3.2.2 Parámetros morfométricos	23
3.3 Procedimiento de recolección de datos de factores abióticos	25
3.4 Procedimientos de recolección de datos de factores bióticos	25
3.4.1 Fitoplancton	25
3.4.2 Zooplancton	25
3.4.3 Perifiton	25
3.4.4 Macroinvertebrados	26
3.4.5 Necton (Peces)	26
3.5 Análisis de datos	26
3.5.1 Composición de la comunidad	27
3.5.2 Estructura de la comunidad	27
3.6 Determinación de la calidad de agua	28
3.6.1 Índice BMWP/Col	28
3.6.2 Índice Biótico de Familia (IBF)	30
3.6.3 Índice EPT%	31
3.6.4 Índice 1-GOLD	31
3.6.5 Índice EPT/CA	32
3.6.6 Índice Diatómico General (IDG)	32
IV. RESULTADOS	34
4.1 Aspectos morfométricos	34
4.1.1 Batimetría	34
4.1.2 Perfiles	35
4.1.3 Parámetros morfométricos	36
4.2 Factores abióticos	36
4.2.1 Parámetro físico-químico	36

4.2.2.	Calidad del hábitat	39
4.3.	Factores bióticos	41
4.3.1.	Fitoplancton.....	41
4.3.2.	Zooplancton.....	47
4.3.3.	Perifiton	53
4.3.4.	Macroinvertebrados	60
4.3.5.	Necton (Peces).....	71
4.4.	Determinación de la calidad de agua	73
4.4.1.	Índice BMWP/Col	73
4.4.2.	Índice IBF	74
4.4.3.	Índice EPT%.....	75
4.4.4.	Índice 1-GOLD.....	75
4.4.5.	Índice EPT/CA	76
4.4.6.	Índice Diatómico General (IDG).....	77
5.	Discusión	79
6.	Conclusiones.....	86
7.	Recomendaciones	87
8.	Referencias Bibliográficas	88
9.	Anexos	94

Índice de Tablas

Tabla 1: Estaciones de monitoreo de la laguna Piticocha	23
Tabla 2: Interpretación del Índice de Shannon-Wiener (H').....	27
Tabla 3: Interpretación del Índice de Simpson (1-D).....	28
Tabla 4: Interpretación de la Equidad de Pielou (J')	28
Tabla 5: Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación del índice BMWP/Col	29
Tabla 6: Clasificación de calidad de agua según el índice BMWP/Col.....	29
Tabla 7: Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación del índice IBF	30
Tabla 8: Clasificación de calidad de agua según el índice IBF.....	31
Tabla 9: Clasificación de calidad de agua según el índice EPT (%).....	31
Tabla 10: Clasificación de calidad de agua según el índice 1-GOLD.....	32
Tabla 11: Clasificación de calidad de agua según el índice EPT/CA	32
Tabla 12: Valores de sensibilidad y variabilidad asignados para cada taxon	33
Tabla 13: Clasificación de calidad de agua según el índice IDG.....	33
Tabla 14: Parámetros morfométricos de la laguna Piticocha.....	36
Tabla 15: Parámetros físico-químicos de la laguna Piticocha.....	38
Tabla 16: Parámetros morfométricos de la laguna Piticocha.....	40
Tabla 17: Índices de fitoplancton registrados por estación de monitoreo – Naciente.....	46
Tabla 18: Índices de fitoplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciente	46
Tabla 19: Índices de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Creciente	52
Tabla 20: Índices de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciente	52
Tabla 21: Índices de perifiton registrados por estación de monitoreo – Creciente	59
Tabla 22: Índices de perifiton registrados por estación de monitoreo – Vaciente.....	59
Tabla 23: Índices de macroinvertebrados registrados por estación de monitoreo – Creciente	69
Tabla 24: Índices de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciente	69
Tabla 25: Riqueza, abundancia y medidas biométricas de peces.....	71
Tabla 26: Contenido de metales en tejido de peces	72
Tabla 27: Índices BMWP/Col registrados por estación de monitoreo – Creciente.....	73
Tabla 28: Índices BMWP/Col registrados por estación de monitoreo – Vaciente	73
Tabla 29: Índices de IBF registrados por estación de monitoreo – Creciente.....	74
Tabla 30: Índices de IBF registrados por estación de monitoreo – Vaciente	74
Tabla 31: Índices de EPT (%) registrados por estación de monitoreo – Creciente	75
Tabla 32: Índices de EPT (%) registrados por estación de monitoreo – Vaciente.....	75
Tabla 33: Índices de 1-GOLD registrados por estación de monitoreo – Creciente.....	76
Tabla 34: Índices de 1-GOLD registrados por estación de monitoreo – Vaciente	76
Tabla 35: Índices de EPT/CA registrados por estación de monitoreo – Creciente	77
Tabla 36: Índices de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciente	77
Tabla 37: Índices de IDG registrados por estación de monitoreo – Creciente.....	78

Tabla 38: Índices de IDG registrados por estación de monitoreo – Vaciante	78
---	----

Índice de Figuras

Figura 1. Estaciones de monitoreo ubicadas en la laguna Piticocha.....	22
Figura 2. Pano de curvas batimétricas de la laguna Piticocha y cortes de perfiles	34
Figura 3. Detalles del perfil batimétrico de la laguna Piticocha según transectos.	35
Figura 4. Composición de taxones de fitoplancton registrados en el área de monitoreo – Creciente.....	42
Figura 5. Composición de taxones de fitoplancton registrados en el área de monitoreo – Vaciente	43
Figura 6. Composición de taxones de fitoplancton registrados por estaciones de monitoreo – Creciente.....	43
Figura 7. Composición de taxones de fitoplancton registrados por estaciones de monitoreo – Vaciente.....	43
Figura 8. Densidad de fitoplancton (%) registrados en el área de monitoreo – Creciente.....	44
Figura 9. Densidad de fitoplancton (%) registrados en el área de monitoreo – Vaciente	44
Figura 10. Densidad de fitoplancton registrados por estación de monitoreo –Creciente.....	44
Figura 11. Densidad de fitoplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciente	45
Figura 12. Composición de taxones de zooplancton registrados en el área de monitoreo – Creciente.....	49
Figura 13. Composición de taxones de zooplancton registrados en el área de monitoreo – Vaciente	49
Figura 14. Composición de taxones de zooplancton registrados por estaciones de monitoreo – Creciente.....	49
Figura 15. Composición de taxones de zooplancton registrados por estaciones de monitoreo – Vaciente.....	50
Figura 16. Densidad de zooplancton (%) registrados en el área de monitoreo – Creciente.....	50
Figura 17. Densidad de zooplancton (%) registrados en el área de monitoreo – Vaciente	50
Figura 18. Densidad de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Creciente	51
Figura 19. Densidad de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciente	51
Figura 20. Composición de taxones de perifiton registrados en el área de monitoreo – Creciente	55
Figura 21. Composición de taxones de perifiton registrados en el área de monitoreo – Vaciente.....	56
Figura 22. Composición de taxones de perifiton registrados por estaciones de monitoreo – Creciente.....	56
Figura 23. Composición de taxones de perifiton registrados por estaciones de monitoreo – Vaciente	56
Figura 24. Densidad de perifiton (%) registrados en el área de monitoreo – Creciente	57
Figura 25. Densidad de perifiton (%) registrados en el área de monitoreo – Vaciente.....	57
Figura 26. Densidad de perifiton registrados por estación de monitoreo – Creciente	57
Figura 27. Densidad de perifiton registrados por estación de monitoreo – Vaciente.....	58
Figura 28. Composición de taxones de macroinvertebrados registrados en el área de monitoreo – Creciente.....	62
Figura 29. Composición de taxones de macroinvertebrados registrados en el área de monitoreo – Vaciente	62
Figura 30. Composición de taxones de macroinvertebrados registrados por estaciones de monitoreo – Creciente.....	62
Figura 31. Composición de taxones de macroinvertebrados registrados por estaciones de monitoreo – Vaciente	63
Figura 32. Densidad de macroinvertebrados (%) registrados en el área de monitoreo – Creciente	63
Figura 33. Densidad de macroinvertebrados (%) registrados en el área de monitoreo – Vaciente	63
Figura 34. Densidad de macroinvertebrados registrados por estación de monitoreo – Creciente	64
Figura 35. Densidad de macroinvertebrados registrados por estación de monitoreo – Vaciente.....	64

Figura 36. Composición de taxones de macroinvertebrados registrados en el área de monitoreo – Creciente.....	66
Figura 37. Composición de taxones de macroinvertebrados registrados en el área de monitoreo – Vaciente	66
Figura 38. Composición de taxones de macroinvertebrados registrados por estaciones de monitoreo – Creciente.....	66
Figura 39. Composición de taxones de macroinvertebrados registrados por estaciones de monitoreo – Vaciente	67
Figura 40. Densidad de macroinvertebrados (%) registrados en el área de monitoreo – Creciente	67
Figura 41. Densidad de macroinvertebrados (%) registrados en el área de monitoreo – Vaciente	67
Figura 42. Densidad de macroinvertebrados registrados por estación de monitoreo – Creciente	68
Figura 43. Densidad de macroinvertebrados registrados por estación de monitoreo – Vaciente.....	68

RESUMEN

La laguna Piticocha, ubicada en la región Pasco, constituye un ecosistema altoandino con potencial para el desarrollo de la acuicultura, especialmente para el cultivo de trucha arcoíris; sin embargo, la limitada información sobre la calidad del agua, el estado del hábitat y la estructura de las comunidades hidrobiológicas restringe su aprovechamiento sostenible. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad de agua, las comunidades hidrobiológicas y la calidad del hábitat durante las temporadas de creciente y vaciante con fines piscícolas. Se analizaron parámetros físico-químicos (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y turbidez), características morfométricas, calidad del hábitat y comunidades biológicas (fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados y peces), además de índices biológicos como BMWP/Col, IBF, EPT% e IDG. Los resultados evidenciaron que los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los estándares ambientales, con condiciones favorables para la vida acuática, destacando un pH neutro a ligeramente alcalino y niveles adecuados de oxígeno disuelto. Asimismo, la laguna presentó características morfométricas adecuadas y un hábitat con predominio de sustratos de grava y arena, además de vegetación que favorece la biodiversidad. Las comunidades hidrobiológicas mostraron diversidad y variaciones estacionales, mientras que los índices biológicos indicaron una calidad de agua entre buena y aceptable, con baja a moderada perturbación. No obstante, el análisis de metales pesados en el tejido de trucha arcoíris evidenció concentraciones que superan los límites permisibles establecidos por normativas sanitarias, lo que representa un riesgo potencial para la salud humana y limita su consumo seguro. Adicionalmente, la baja presencia de peces sugiere restricciones en su desarrollo natural. En conclusión, aunque la laguna presenta condiciones ambientales adecuadas para la acuicultura, la presencia de metales pesados en el tejido de trucha demanda la implementación de estrategias de monitoreo, control y manejo ambiental para garantizar la sostenibilidad del ecosistema y la inocuidad del recurso.

Palabras clave: calidad de agua, comunidades hidrobiológicas, metales pesados, bioindicadores, acuicultura, trucha arcoíris.

ABSTRACT

Piticocha Lake, located in the Pasco region, constitutes a high-Andean ecosystem with potential for aquaculture development, particularly for rainbow trout farming; however, the limited information on water quality, habitat condition, and the structure of hydrobiological communities restricts its sustainable use. In this context, the present study aimed to evaluate water quality, hydrobiological communities, and habitat quality during the wet and dry seasons for aquaculture purposes. Physicochemical parameters (temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, and turbidity), morphometric characteristics, habitat quality, and biological communities (phytoplankton, zooplankton, periphyton, macroinvertebrates, and fish) were analyzed, along with biological indices such as BMWP/Col, IBF, EPT%, and IDG. The results showed that physicochemical parameters were within environmental standards, indicating favorable conditions for aquatic life, with neutral to slightly alkaline pH and adequate dissolved oxygen levels. Additionally, the lake presented suitable morphometric characteristics and a habitat dominated by gravel and sand substrates, along with vegetation that supports biodiversity. Hydrobiological communities exhibited diversity and seasonal variation, while biological indices indicated water quality ranging from good to acceptable, with low to moderate disturbance. However, the analysis of heavy metals in rainbow trout tissue revealed concentrations exceeding permissible limits established by sanitary regulations, representing a potential risk to human health and limiting its safe consumption. Furthermore, the low presence of fish suggests constraints on their natural development. In conclusion, although the lake shows suitable environmental conditions for aquaculture, the presence of heavy metals in trout tissue highlights the need for monitoring, control, and environmental management strategies to ensure ecosystem sustainability and resource safety.

Keywords: water quality, hydrobiological communities, heavy metals, bioindicators, aquaculture, rainbow trout.

I. INTRODUCCIÓN

El agua constituye un recurso natural indispensable para la vida; no obstante, su disponibilidad es limitada, dado que solo el 0.3% del total global corresponde a agua dulce líquida superficial. De este porcentaje, el 90% se encuentra confinado en lagos y lagunas (Kılıç, 2020; Aguilar, 2020). En las cordilleras altoandinas, estos cuerpos de agua, originados directa o indirectamente por el deshielo de los nevados, representan un potencial hídrico estratégico (MINAM, 2022). Además de funcionar como reservas hídricas, estas lagunas son aprovechadas para la recreación, el turismo y, de manera prominente, para la acuicultura (Correas-Gonzalez y Maris, 2022).

Bajo este contexto, la acuicultura ha emergido como una actividad económica fundamental, definida como el cultivo de organismos acuáticos mediante la aplicación de técnicas orientadas a optimizar su rendimiento productivo, abarcando la crianza de peces, crustáceos, algas, moluscos y otros invertebrados (Espinós, 2020). A nivel global, este sector ha intensificado su impacto socioeconómico al fortalecer la seguridad alimentaria, mejorar los medios de subsistencia y generar ingresos, además de contribuir a la conservación mediante el suministro de semillas para la repoblación de especies amenazadas (Gutierrez y Toribio, 2024). Finalmente, cabe destacar que su expansión en ecosistemas marinos, dulceacuícolas y salobres permite la valorización de entornos previamente subutilizados o ineficientes para otros sistemas de producción (Berger, 2020).

El Perú, reconocido por su robusta actividad pesquera, ha consolidado diversos emprendimientos acuícolas que, desde los albores del siglo XXI, mantienen una tendencia de crecimiento acelerado. Este desarrollo se ha visto favorecido por la ubicación geográfica estratégica del país y la amplia disponibilidad de recursos hídricos en diversas zonas naturales (Berger, 2020; Zarate, 2023). Sin embargo, la industria aún presenta una concentración en pocas especies y regiones geográficas; en este escenario, la acuicultura continental aporta el 80% de los peces destinados al consumo humano directo, donde el cultivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) constituye el eje principal de la producción nacional (Zarate, 2023).

Esta hegemonía productiva de *O. mykiss* se explica por su versatilidad biológica y su exitosa trayectoria de introducción en el territorio peruano. Originalmente nativa de las cuencas del Pacífico norteamericano, esta especie fue distribuida globalmente desde 1874, alcanzando presencia en todos los continentes, salvo la Antártida (PRODUCE, 2022; MINAM, 2021). Su relevancia en la acuicultura mundial deriva de sus excelentes propiedades zootécnicas, su calidad proteica y su alta demanda en el mercado internacional (Coela, 2020). En el Perú, su introducción data de 1926 a través de la sierra central, mediante gestiones de la Cerro de Pasco Copper Corporation (PRODUCE, 2022; MINAM, 2021). Debido a su capacidad de adaptación a

ecosistemas de aguas frías, cristalinas y con altos niveles de oxigenación, la especie se ha establecido eficazmente en la serranía peruana, con una producción comercial activa en 16 departamentos, liderada actualmente por las regiones de Puno y Junín (PRODUCE, 2022; MINAM, 2021).

Las comunidades campesinas de la región andina peruana poseen una vasta disponibilidad de recursos hídricos, tales como ríos y lagunas, cuya productividad biológica está respaldada por una alta concentración de fitoplancton, lo que garantiza la viabilidad de la producción acuícola (Gutiérrez y Toribio, 2024). Estos cuerpos de agua destacan por su polifuncionalidad y potencial de aprovechamiento en diversos sectores, incluyendo el suministro para la agricultura, la actividad industrial y la minería. Asimismo, ofrecen servicios ecosistémicos de carácter recreativo, como la navegación náutica y la pesca deportiva, consolidándose como ejes estratégicos para el desarrollo regional (Sosa, 2021).

Bajo esta perspectiva, la acuicultura se posiciona como uno de los usos potenciales más relevantes, al ser un catalizador para el crecimiento y la estabilidad del sistema alimentario local. Al fortalecer la seguridad alimentaria e incrementar los niveles de nutrición, esta actividad no solo fomenta el autoempleo en las zonas rurales, sino que también constituye una herramienta fundamental para la dinamización económica y la mitigación de la pobreza en los entornos altoandinos (Berger, 2020).

En la región Pasco, la acuicultura ha emergido como una actividad estratégica para la dinamización económica de las comunidades campesinas, nativas y de las pequeñas y medianas empresas (DIREPRO Pasco, 2024). Bajo esta premisa, diversos gobiernos regionales, incluidos los de Pasco, Junín, Ayacucho, Huánuco y Apurímac, han impulsado el aprovechamiento de ecosistemas lénticos mediante el repoblamiento de alevines de trucha arcoíris (*O. mykiss*). Esta iniciativa busca generar fuentes de alimento y empleo sostenible para las poblaciones circundantes, optimizando la producción acuícola con un enfoque de seguridad alimentaria (DIREPRO Pasco, 2024; DIREPRO Junín, 2024; DIREPRO Ayacucho, 2021; DIREPRO Huánuco, 2023 y DIREPRO Apurímac, 2023).

En este escenario, la laguna Piticocha presenta un potencial significativo para la implementación de cultivos de *O. mykiss*, lo que representaría una alternativa económica crucial para los pobladores locales, cuya actividad principal es la ganadería. No obstante, a pesar de su relevancia potencial, existe un vacío de información científica respecto a la caracterización de las comunidades hidrobiológicas en dicho ecosistema. Por consiguiente, determinar el estado actual de la laguna es fundamental para establecer estrategias de manejo integral que consideren no solo los requerimientos de la flora y fauna silvestre, sino también el uso directo del recurso por parte de las comunidades locales (Rodríguez-Castillo et al., 2021).

Para abordar esta necesidad, en las últimas décadas se han desarrollado y adaptado diversos índices bióticos a nivel internacional para evaluar la calidad del agua basándose en indicadores biológicos (Girardi et al., 2021). El empleo de bioindicadores constituye una herramienta esencial para la caracterización ecológica de los ecosistemas acuáticos, facilitando un control y conservación efectivos (Salamanca, 2020). Entre los grupos taxonómicos más utilizados en el biomonitoreo destacan las diatomeas y los macroinvertebrados bentónicos, debido a su sensibilidad ante perturbaciones físicas y químicas del hábitat, lo que los convierte en componentes integrales de los programas de vigilancia ambiental (Vilca-Carhuapoma, 2022).

La eficacia de estos índices ha sido documentada en diversas investigaciones para determinar la integridad de ríos y lagunas. Por ejemplo, Pinzón et al. (2024) utilizaron el índice BMWP/Col en el río Toribio; mientras que Rincón-Bello et al. (2021) aplicaron los índices BMWP, ASTP y ABI en el río Chicú para evaluar la diversidad taxonómica. Asimismo, Mora et al. (2020) integraron el índice BMWP con parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Huacamarcanga para orientar planes de mejora de la calidad hídrica. En el ámbito nacional, Trama et al. (2020) evaluaron cuencas en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén empleando los índices ABI, IBF y BMWP/Col. Finalmente, el uso del Índice Diatómico General (IDG) ha sido validado por autores como Lluque (2023) en la laguna de Piuray y Villalta (2024) en microcuencas de Ecuador, demostrando la versatilidad de estos indicadores para el diagnóstico ambiental.

La región de Pasco posee un vasto potencial hídrico representado por numerosos ecosistemas lénticos que resultan idóneos para el desarrollo de la acuicultura continental; no obstante, una proporción significativa de estos cuerpos de agua carece de caracterizaciones limnológicas preliminares tales como la evaluación de la calidad físico-química, la tipificación del hábitat y el análisis de las comunidades hidrobiológicas indispensables para determinar su aptitud técnica en el cultivo de truchas. Como consecuencia de esta brecha de información, las comunidades locales no han logrado capitalizar estos recursos estratégicos que podrían funcionar como pilares de seguridad alimentaria y motores de dinamización económica, lo que conduce a la formulación de la siguiente interrogante: ¿Cuál es el estado ecológico de la laguna Piticocha (Pasco, Perú) mediante la descripción del hábitat, comunidades hidrobiológicas y concentración de metales pesados en peces durante la vaciante y creciente con fines piscícola?

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el estado ecológico de la laguna Piticocha (Pasco, Perú): descripción del hábitat, comunidades hidrobiológicas y concentración de metales pesados en peces durante la vaciante y creciente con fines piscícolas.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar el registro de parámetros morfométricos, parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica y turbidez), químicos (pH y oxígeno disuelto) y la descripción del hábitat de la laguna Piticocha.
- Determinar la composición de las comunidades hidrobiológicas de la laguna Piticocha mediante su composición, diversidad y abundancia.
- Determinar la concentración de metales pesados en peces y comparar con los límites permisibles establecidos.
- Determinar la calidad de agua mediante los Índices Bióticos EPT, EPT/CA, BMWP/Col, 1-GOLD, IDG e IBF.
- Determinar la aptitud de la laguna Piticocha para el desarrollo de actividades piscícolas mediante la integración de los indicadores físico-químicos, ecológicos y toxicológicos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El estudio fue realizado en la laguna Piticocha, ubicado en el distrito Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión, región de Pasco en el año 2025 durante la vaciante y creciente (Figura 01)

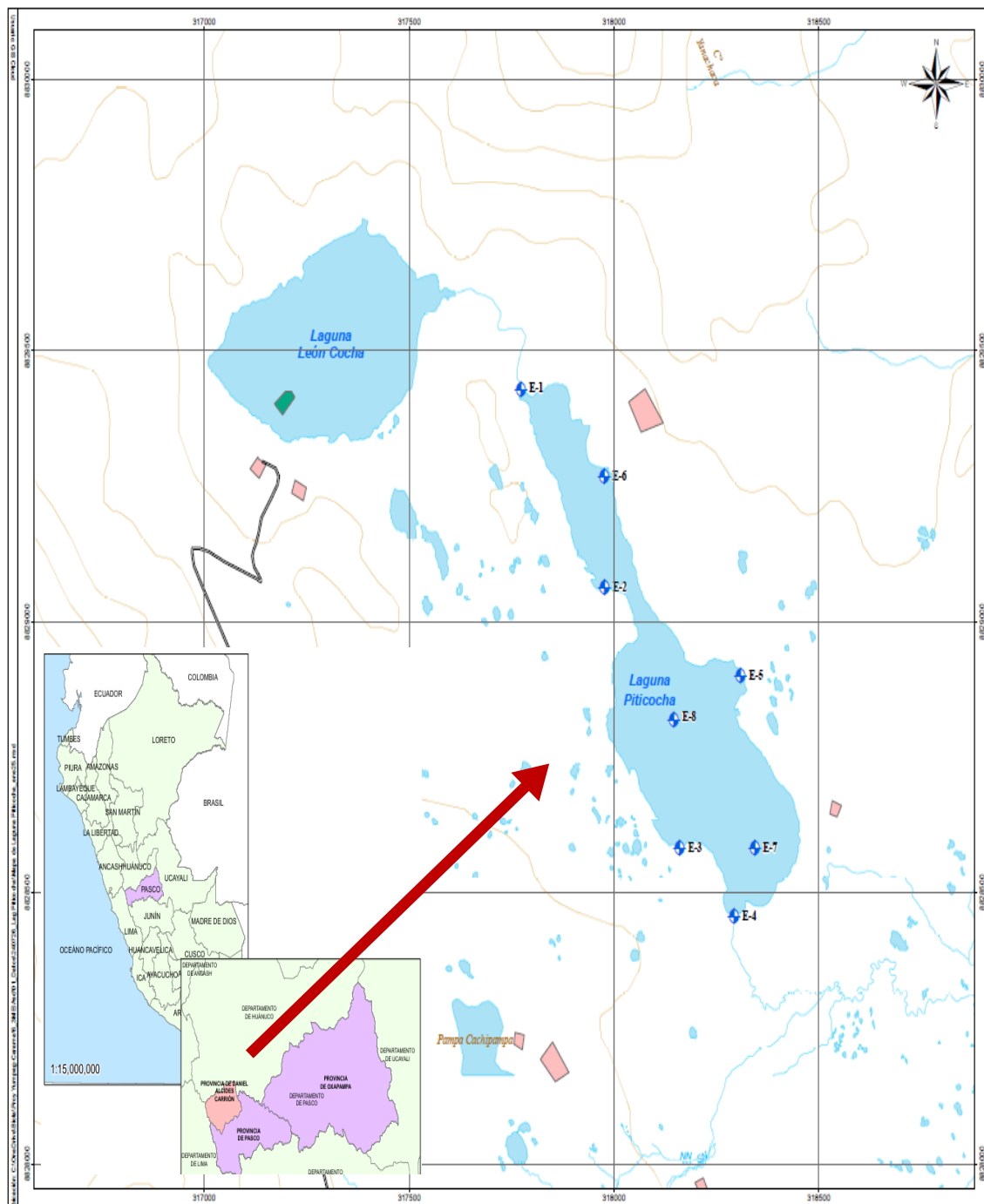


Figura 1. Estaciones de monitoreo ubicadas en la laguna Piticocha

Se establecieron ocho (08) estaciones de monitoreo: cuatro (04) de ellas ubicadas en la orilla, dos (02) en el centro y uno (01) a la entrada y salida de la laguna Piticocha (Tabla 1). Adicionalmente se establecieron 22 transectos de muestreo.

Tabla 1: Estaciones de monitoreo de la laguna Piticocha

Estaciones de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18S	
		Este	Norte
E-01	Laguna Piticocha, entrada	317773	8829430
E-02	Laguna Piticocha, orilla	317977	8829063
E-03	Laguna Piticocha, orilla	318160	8828583
E-04	Laguna Piticocha, salida	318293	8828456
E-05	Laguna Piticocha, orilla	318309	8828900
E-06	Laguna Piticocha, orilla	317976	8829268
E-07	Laguna Piticocha, centro	318344	8828582
E-08	Laguna Piticocha, centro	318146	8828819

Elaboración propia.

3.2 Aspectos morfométricos

3.2.1. Batimetría

La caracterización batimétrica de la laguna Piticocha se realizó mediante 22 transectos transversales equidistantes a 50 m, georreferenciándose los puntos de control en ambas riberas. El perfilado de profundidad se ejecutó cada 50 m a lo largo de cada sección utilizando un escandallo manual de 10 kg, cuyo peso aseguró la verticalidad del sondeo, acoplado a un cabo graduado con resolución de 0.5 m. Las maniobras se efectuaron desde un bote neumático y los datos recolectados se tabularon para su posterior procesamiento en el software ArcGIS 10.8, con el fin de generar un modelo digital de elevación y la cartografía bidimensional de la morfometría del cuerpo de agua.

3.2.1 Perfiles

Se construyeron 22 perfiles batimétricos a partir de las isolíneas del plano cartográfico, empleando el software ArcGIS 10.8 para generar un modelo digital bidimensional que permitió visualizar con precisión la configuración morfológica del lecho de la laguna.

3.2.2 Parámetros morfométricos

Los procedimientos y fórmulas para los cálculos de los parámetros morfométricos fueron realizados tomando en cuenta lo siguiente:

- Longitud máxima (LM), longitud efectiva máxima (LEM), ancho máximo (AM) y anchura efectiva máxima (AEM): Estas determinaciones fueron realizadas mediante el uso de la información que brinda el programa Google Earth a través del internet.
- Anchura media (Am): Fue calculado mediante la siguiente relación.

$$Am = \frac{\text{Área de la laguna (m}^2\text{)}}{LM (m)}$$

- Profundidad media (Pm): Fue calculado mediante la siguiente relación

$$Pm = \frac{\text{Volumen de la laguna (m}^3\text{)}}{\text{Área (m}^2\text{)}}$$

- Profundidad máxima (PMx): Fue obtenido de los datos registrados en la batimetría.
- Relación de profundidad media – profundidad máxima (Pm/PMx): Esta relación fue obtenida a partir de la división de la profundidad media y la profundidad máxima.
- Relación de la profundidad máxima – área superficial (PMx/A): Se obtuvo mediante la división de la profundidad máxima y la raíz cuadrada de la superficie. Fue expresado en valores decimales y es una indicación de la profundidad a la extensión horizontal de la laguna.
- Área (A): Fue calculado de manera directa a través del programa Google Earth a través de internet.
- Longitud de la línea de orilla (LO): Es la determinación del perímetro del cuerpo de agua expresado en metros.
- Desarrollo de orilla (DO): Es la proporción de la longitud actual de la línea de orilla de una laguna, donde si una laguna tiene una línea de orilla que se acerque a la forma de círculo el valor de desarrollo será de 1 (Fukushima et al., 1981).

$$DO = \frac{LO}{\sqrt{\frac{A}{\pi}}}$$

Donde:

LO: Longitud de la línea de orilla (m)

A: Área (m²)

- Volumen total de la laguna (V): El cálculo fue por estrato a través de la formula dada por Welch (1952) y Reid, (1961).

$$Vi = h/3(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2})$$

Donde:

Vi: Volumen de agua por estrato

h: Profundidad del estrato

A₁: Área del contorno sumergido superior

A₂: Área del entorno sumergido inferior

El cálculo final del volumen total (Vt) corresponde a la suma de los volúmenes parciales:

$$Vt = A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n$$

- Desarrollo de volumen (Dv): Este índice expresa el grado de acercamiento de la forma del lecho a la forma cónica; aplicando la siguiente formula (Fukishima et al., 1981)

$$Dv = 3 \frac{Pm}{PMx}$$

Donde:

Pm: Profundidad media

PMx: Profundidad máxima

3.3 Procedimiento de recolección de datos de factores abióticos

En cada estación de monitoreo se registraron parámetros fisicoquímicos in situ. La temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto se midieron mediante un multiparámetro portátil HACH HQ-40d; la turbidez se determinó con un turbidímetro Hach 2100Q y la transparencia mediante un disco de Secchi de 20 cm de diámetro. El procedimiento de medición consistió en el enjuague de los electrodos con la muestra de agua, seguido de una agitación leve hasta la estabilización de la lectura para el registro de datos. Posterior a cada evaluación, los sensores se lavaron con agua destilada y se secaron conforme a los protocolos estandarizados (MINAM, 2014).

Complementariamente, se describió el hábitat mediante un protocolo de inspección visual, utilizando como referencia las fichas de campo del MINAM (2014). Este análisis permitió caracterizar variables del entorno tales como el tipo de sustrato, vegetación riparia, profundidad, condiciones organolépticas y factores climáticos. Debido a la naturaleza cualitativa de estos registros, los datos se consideraron de carácter referencial para la descripción ecológica del ecosistema.

3.4 Procedimientos de recolección de datos de factores bióticos

3.4.1 Fitoplancton

Se recolectó un volumen de 30 litros de agua mediante el uso de un balde graduado de 10 litros, los cuales fueron filtrados a través de una red de fitoplancton con una apertura de malla de 35 μ m. El concentrado obtenido en el copo colector fue trasvasado a frascos de polietileno de 250 ml de capacidad con cierre hermético, debidamente rotulados con el código de la estación, fecha y tipo de hábitat. Las muestras se preservaron inmediatamente con 1 ml de solución de Lugol y se trasladaron al laboratorio de Limnología e Impacto Ambiental de la Universidad Nacional del Santa para su posterior análisis taxonómico.

3.4.2 Zooplancton

Siguiendo el protocolo de filtrado anterior, se procesaron 30 litros de agua empleando una red de zooplancton de 60 μ m. El volumen colectado se trasvasó a frascos de 250 ml, completando únicamente las tres cuartas partes de su capacidad para permitir la fijación con alcohol al 70% hasta alcanzar el volumen total (Samanez y Chocano, 2014). Tras el etiquetado correspondiente con los datos de campo, las muestras fueron transportadas al laboratorio de Limnología e Impacto Ambiental de la Universidad Nacional del Santa para su identificación.

3.4.3 Perifiton

En cada estación de monitoreo, se obtuvieron muestras de perifiton mediante el raspado de sustratos naturales (piedras, plantas y raíces) utilizando espátulas y cepillos. El área de colecta se estandarizó en 4 cm^2 mediante el uso de un cuadrante metálico de 2 x 2 cm, seleccionando

sustratos sumergidos que no presentaran exposición previa al aire ni flujos variables. Se realizaron tres réplicas por estación, consolidando un área total de muestreo de 12 cm² (MINAM, 2014). Los residuos del raspado se recuperaron mediante lavados sucesivos con agua destilada y se almacenaron en frascos herméticos de 250 ml. Finalmente, el material biológico fue trasladado al laboratorio de Limnología e Impacto Ambiental de la Universidad Nacional del Santa para su procesamiento.

3.4.4 Macroinvertebrados

En cada estación de monitoreo, se recolectaron muestras de bentos empleando una red Surber con un área de muestreo de 0.09 m² y una apertura de malla de 500 μ m. La red se posicionó en contracorriente sobre el lecho y, mediante una pala de mano, se removió el sustrato contenido en el cuadrante hasta una profundidad aproximada de 10 a 15 cm. Este procedimiento se repitió en tres réplicas por estación, consolidando un área total de 0.27 m², lo que permitió el desprendimiento y captura de los organismos en el copo colector de la red. En los puntos E-7 y E-8, localizados en la zona limnética de la laguna, se utilizó una draga Ekman para la extracción de sedimentos, almacenando el material en bolsas de polietileno debidamente rotuladas.

Posteriormente, las muestras fueron trasvasadas a frascos de polipropileno de 500 ml, completando tres cuartas partes del volumen para proceder con la fijación mediante alcohol al 80% (Ramírez, 2010). Tras el etiquetado con la información de campo (código, fecha, hora y hábitat), las muestras se trasladaron al laboratorio de Limnología e Impacto Ambiental de la Universidad Nacional del Santa para su procesamiento taxonómico.

3.4.5 Necton

El monitoreo de la ictiofauna se efectuó mediante el uso de una atarraya de 3 m de diámetro con una luz de malla de 0.5", realizando diez lances por estación de muestreo. Los ejemplares capturados fueron identificados taxonómicamente in situ, registrando sus datos morfométricos (peso y longitud total en cm) y evidencia fotográfica. Para el análisis de metales pesados en tejido muscular, los ejemplares se almacenaron en bolsas herméticas y se mantuvieron en cadena de frío (cooler con ice packs) para su posterior traslado al laboratorio CERTIMIN S.A.

Es preciso señalar que, debido a la ausencia de capturas durante los periodos de estiaje y avenida, se realizó una tercera incursión de pesca excepcional, logrando coleccionar 02 individuos que serán reportados de manera general para la caracterización del ecosistema.

3.5 Análisis de datos

El análisis de las comunidades de fitoplancton, zooplancton, perifiton y bentos incluye lo siguiente:

3.5.1 Composición de la comunidad

Abundancia de individuos:

El valor en número de individuos fue expresado en las siguientes unidades: fitoplancton (Células/L), zooplancton (Organismos/m³), perifiton (Organismos cm²) y macroinvertebrados (Individuos/0.27 m² e Individuos/0.045 m²).

Riqueza de especies (S):

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad biológica (Magurran, 1988 y Moreno, 2001), ya que se basa solo en el número de especies presentes en el medio y sin tomar en cuenta la importancia relativa de cada una de ellas.

3.5.2 Estructura de la comunidad

Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice muestra la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores como lo son el número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2006). La diversidad de especies disminuye con la disminución de la Calidad del Agua, en la mayoría de ecosistemas naturales varía de 1 a 5.

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \pi \log_2 \pi$$

Donde: $\pi = n_i/N$, N es el número total de individuos y n_i al número de individuos de la especie i.

En la Tabla 2 se puede observar la interpretación correspondiente a dicho índice:

Tabla 2: Interpretación del Índice de Shannon-Wiener (H')

Rangos	Significado
≤ 1.5 bits/ind.	Diversidad Baja
1.6 -3.0 bits/ind.	Diversidad Media
$3.1 \geq$ bits/ind.	Diversidad Alta

Fuente: Shannon y Weaver, 1949.

Índice de Simpson (1-D):

Este Índice nos permitió medir la riqueza de los organismos, al cuantificar la diversidad de un hábitat y represento la probabilidad de que dos (02) individuos seleccionados aleatoriamente en la zona de muestreo pertenezcan a la misma especie (Moreno, 2001).

El índice de Simpson se define como:

$$\lambda = \sum (p_i)^2$$

Donde: p_i es la abundancia proporcional de la especie i y se obtiene mediante el número de individuos de la especie i entre número total de individuos de la muestra.

En la Tabla 3 se puede observar la interpretación correspondiente a dicho índice:

Tabla 3: Interpretación del Índice de Simpson (1-D)

Rangos	Significado
≤ 0.40	Diversidad Baja
0.41 -0.70	Diversidad Media
$0.71 \geq$	Diversidad Alta

Fuente: Moreno, 2001.

Equidad de Pielou (J'):

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

En la Tabla 4 se puede observar la interpretación correspondiente a dicho índice:

Tabla 4: Interpretación de la Equidad de Pielou (J')

Rangos	Significado	
0.0 0.33	Heterogeneo en abundancia	Diversidad Baja
0.34 – 0.66	Ligeramente heterogeneo en abundancia	Diversidad Media
$0.67 \geq$	Homogeneo en abundancia	Diversidad Alta

Fuente: Magurran, 1988.

Para el procesamiento estadístico de los datos biológicos, se empleó el software Paleontological Statistics (PAST) versión 5.2.2 (2025). Mediante esta herramienta, se calcularon los principales descriptores de la estructura de las comunidades, incluyendo el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el índice de dominancia de Simpson (1-D) y el índice de equidad de Pielou (J').

3.6 Determinación de la calidad de agua

Para estimar la integridad ambiental del sistema lótico, se emplearon comunidades de macroinvertebrados bentónicos y diatomeas como bioindicadores. La utilidad de los macroinvertebrados radica en su sensibilidad diferencial ante presiones físico-químicas e hidromorfológicas, lo que genera respuestas rápidas frente a perturbaciones del entorno (Hernández, 2017). Complementariamente, la flora diatomológica dulceacuícola permite diagnosticar estados de productividad, eutrofización y acidificación del medio acuático (Baylón et al., 2018). Para este fin, se calcularon los índices BMWP/Col, IBF, EPT (%), 1-GOLD, EPT/C e IDG, los cuales se describen a continuación:

3.6.1 Índice BMWP/Col

El índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party) se empleó como un método simplificado para evaluar la calidad del agua basándose en la presencia o ausencia de familias de macroinvertebrados (Salamanca, 2020). Las puntuaciones se asignaron según el grado de

sensibilidad o tolerancia de cada taxón frente a la contaminación orgánica, utilizando un rango de 1 a 10 (Roldán-Pérez, 2003).

Bajo este criterio, familias altamente sensibles como Perlidae (Plecoptera) y Leptophlebiidae (Ephemeroptera) recibieron una valoración de 10, mientras que grupos tolerantes, como los pertenecientes a la subclase Oligochaeta, fueron calificados con la puntuación mínima (Hellowell, 1978). El puntaje total del BMWP se obtuvo mediante la sumatoria de los valores asignados a cada familia identificada (Naranjo-López et al., 2013), permitiendo clasificar el agua en cinco categorías de calidad, según los rangos establecidos en la Tabla 6.

Tabla 5: Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación del índice BMWP/Col

BMWP/Col	
Familia	Puntaje
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldan, 2003.

Tabla 6: Clasificación de calidad de agua según el índice BMWP/Col

Clase	Calidad de agua	Valor BMWP/Col	Significado
I	Buena	>150 ,101-120	Aguas muy limpias a limpias
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
III	Dudosa	36- 60	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Roldan, 2003.

3.6.2 Índice Biótico de Familia (IBF)

El Índice Biótico de Familia (IBF) se determinó mediante la ponderación de la abundancia de cada taxón por su respectivo valor de tolerancia. El cálculo consistió en multiplicar el número de individuos de cada familia por su puntaje de tolerancia específico (Tabla 7); posteriormente, la sumatoria de estos productos se dividió entre el número total de organismos recolectados en la estación de monitoreo (Hilsenhoff, 1988). El valor resultante permitió categorizar la calidad del agua según el grado de perturbación orgánica detectado.

Formula:

$$IBF = \frac{\sum n_i \cdot a_i}{N^\circ}$$

En la Tabla 8 se observan las diferentes calidades de agua según el valor del índice obtenido (Figueroa et al., 2003).

Tabla 7: Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación del índice IBF

Orden	Familia	Puntaje	Orden	Familia	Puntaje
Plecoptera	Gripopterygiidae	1	Trichoptera	Calamoceratidae	3
	Notonemouridae	0		Glossosomatidae	0
	Perlidae	1		Helicopsychidae	3
	Diamphipnoidae	0		Hydropsychidae	4
	Eustheniidae	0		Hydroptilidae	4
	Austroperlidae	1		Leptoceridae	4
Ephemeroptera	Baetidae	4		Limnephilidae	2
	Caenidae	7		Ecnomidae	3
	Leptophlebiidae	2		Helicophidae	6
	Siphonuridae	7		Polycentropodidae	3
	Oligoneuridae	2		Philopotamidae	2
	Ameletopsidae	2		Hydrobiosidae	0
	Coloburiscidae	3		Sericostomatidae	3
	Oniscigastridae	3	Megaloptera	Corydalidae	0
Odonata	Aeshnidae	3		Sialidae	4
	Calopterygidae	5	Lepidoptera	Pyralidae	5
	Gomphidae	1	Platyhelminthes	Turbellaria	4
	Lestidae	9	Rhynchobdellida	-	10
	Libellulidae	9	Decapoda	-	6
	Coenagrionidae	9	Coleoptera	Elmidae	4
	Cordulidae	5		Psephenidae	4
	Petaluridae	5	Diptera	Athericidae	2
Amphipoda	Gammaridae	4		Blephariceridae	0
	Hyalellidae	8		Ceratopogonidae	6
Mollusca	Amnicolidae	6		Chironomidae	7
	Lymnaeidae	6		Empididae	6
	Physidae	8		Ephydriidae	6
	Sphaeriidae	8		Psychodidae	10
	Chiliniidae	6		Simuliidae	6
Oligochaeta	-	8		Tipulidae	3

Fuente: Figueroa et al., 2003.

Tabla 8: Clasificación de calidad de agua según el índice IBF

Clase	Calidad del Agua	Valor IBF
I	Excelente	<3.75
II	Muy Buena	3,76 - 4,25
III	Buena	4,26 - 5,00
IV	Regular	5,01 - 5,75
V	Relativamente Malo	5.76 - 6,50
VI	Mala	6,51 - 7,25
VII	Muy Mala	>7.26

Fuente: Figueroa et al., 2003.

3.6.3 Índice EPT%

El índice EPT (%) cuantificó la representatividad de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera respecto a la abundancia total de macroinvertebrados en la muestra. Debido a que estos taxones son predominantemente estenoicos y sensibles a la degradación ambiental, su presencia es un indicador de ecosistemas con baja perturbación y condiciones óptimas de oxigenación (Carrera & Fierro, 2001). Los resultados se interpretaron según los rangos establecidos en la Tabla 9, donde valores superiores al 50% se asociaron con una buena calidad del agua.

El cálculo se realizó mediante la siguiente expresión:

$$EPT\% = \frac{N^{\circ} \text{ de taxas EPT}}{N^{\circ} \text{ total de taxas}} \times 100$$

Los valores se detallan a continuación:

Tabla 9: Clasificación de calidad de agua según el índice EPT (%)

EPT%	Significado
75 - 100	Muy buena
50 - 74	Buena
25 - 49	Regular
0 - 24	Mala calidad

Fuente: Carrera & Fierro, 2001.

3.6.4 Índice 1-GOLD

El índice 1-GOLD se determinó a partir de la abundancia relativa (%) de los órdenes Gastropoda (G), Oligochaeta (OL) y Diptera (D), taxones caracterizados por su alta tolerancia a la degradación orgánica y el estrés ambiental (Pinto et al., 2004). El valor del índice se calculó restando la suma de estas abundancias proporcionales de la unidad ($1 - [G+OL+D]$), de modo que los resultados oscilaron en un rango de 0 a 1. Bajo esta escala, los valores cercanos a 0 indicaron una contaminación crítica, mientras que los valores próximos a 1 representaron una calidad de agua óptima.

Tabla 10: Clasificación de calidad de agua según el índice 1-GOLD

Calidad	Valor
Excelente	0.57 ± 0.05
Buena	0.47 ± 0.05
Moderada o Regular	0.18 ± 0.05
Pobre o Mala	0.09 ± 0.06

Fuente: Pinto *et al.*, 2004.

3.6.5 Índice EPT/CA

El índice EPT/CA determinó la relación de abundancia entre los organismos de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT) frente a los individuos de la familia Chironomidae y el filo Annelida (CA). Estos últimos grupos son reconocidos por su elevada resistencia a diversos tenses ambientales y condiciones de degradación (Raborg, 2021; Rosa *et al.*, 2014). El cálculo se realizó mediante la división del total de individuos de los taxones sensibles (EPT) entre el total de individuos de los taxones tolerantes (CA), permitiendo evaluar el equilibrio biótico y el grado de impacto en el ecosistema acuático.

Formula:

$$\frac{EPT}{CA} = \frac{N^{\circ} \text{ de Ephemeroptera} + \text{Plecoptera} + \text{Trichoptera}}{N^{\circ} \text{ de Chironomidae} + \text{Annelida}}$$

Tabla 11: Clasificación de calidad de agua según el índice EPT/CA

Calidad	Valor
Ambientes no perturbados	> 1
Ambientes perturbados	< 1

Fuente: Raborg, 2021.

3.6.6 Índice Diatómico General (IDG)

El Índice Diatómico General (IDG) se empleó para evaluar el estado trófico y la calidad del agua en ecosistemas lénticos y lóticos, fundamentándose en la sensibilidad de las diatomeas ante gradientes de polución y su adaptabilidad ecológica (Coste & Ayphassorho, 1991). Este indicador integra la composición de las comunidades fitoplanctónicas y fitobentónicas (perifiton) mediante el análisis de tres variables críticas: la sensibilidad específica a la polución (S), con valores de 1 a 5; la amplitud ecológica (V), que oscila entre 1 (especies ubicuas) y 3 (especies estenoicas o características); y la abundancia relativa de los taxones (A). El cálculo del índice se basó en la fórmula de Zelinka y Marvan:

$$IDG = \frac{\sum_{j=1}^J A_j S_j V_j}{\sum_{j=1}^n A_j V_j}$$

Donde:

Aj= Abundancia (Nº Org./cm2), es decir la cantidad de las especies en relación a la muestra.

Sj= Sensibilidad a la polución (1 a 5).

Vj= Variabilidad de la especie, valor indicativo de la especie (1 a 3).

Tabla 12: Valores de sensibilidad y variabilidad asignados para cada taxon

Sensibilidad	Taxón (especie)
1	<i>Hantzschia</i> sp., <i>Nitzschia</i> (otras).
2	<i>Attheya</i> sp., <i>Craticula</i> sp., <i>Rhizosolenia</i> sp., <i>Stephanodiscus</i> sp., <i>Thalassiosira</i> sp.
3	<i>Amphora</i> sp., <i>Cyclotella</i> sp., <i>Gomphonema</i> sp., <i>Melosira</i> sp., <i>Navicula</i> (otras), <i>Surirella</i> sp., <i>Synedra</i> sp.
4	<i>Asterionella</i> sp., <i>Caloneis</i> sp., <i>Cocconeis</i> sp., <i>Cymatopleura</i> sp., <i>Diatoma</i> sp., <i>Fragilaria</i> sp., <i>Gomphoneis</i> sp., <i>Gyrosigma</i> sp., <i>Neidium</i> sp., <i>Pinnularia</i> , <i>Rhopalodia</i> .
5	<i>Achnantes</i> sp., <i>Amphipleura</i> sp., <i>Anomoeoneis</i> sp., <i>Campylodiscus</i> sp., <i>Ceratoneis</i> sp., <i>Cymbella</i> sp., <i>Denticula</i> sp., <i>Diploneis</i> sp., <i>Encyonema</i> , <i>Epithemia</i> sp., <i>Eutonia</i> sp., <i>Frustulia</i> sp., <i>Meridion</i> sp., <i>Stauroneis</i> sp., <i>Stenopterobia</i> sp., <i>Tabellaria</i> sp., <i>Tetracyclus</i> sp.
Variabilidad	Taxón (especie)
1	<i>Achnantes</i> sp., <i>Asterionella</i> sp., <i>Cocconeis</i> sp., <i>Cyclotella</i> sp., <i>Cymbella</i> sp., <i>Diatoma</i> sp., <i>Diploneis</i> sp., <i>Eunotia</i> sp., <i>Fragilaria</i> sp., <i>Melosira</i> sp., <i>Meridion</i> sp., <i>Navicula</i> sp., <i>Nitzschia</i> sp., <i>Rhoiscopehenia</i> sp., <i>Rhopalodia</i> sp., <i>Stephanodiscus</i> sp., <i>Synedra</i> sp., <i>Tabellaria</i> sp.
2	<i>Amphora</i> sp., <i>Anomoeoneis</i> sp., <i>Caloneis</i> sp., <i>Campylodiscus</i> sp., <i>Ceratoneis</i> sp., <i>Cymatopleura</i> sp., <i>Encyonema</i> sp., <i>Epithemia</i> sp., <i>Frustulia</i> sp., <i>Gomphoneis</i> sp., <i>Gomphonema</i> sp., <i>Stauroneis</i> sp.
3	<i>Amphipleura</i> sp., <i>Attheya</i> sp., <i>Craticula</i> sp., <i>Denticula</i> sp., <i>Gyrosigma</i> sp., <i>Hantzschia</i> sp., <i>Neidium</i> sp., <i>Pinnularia</i> sp., <i>Rhizosolenia</i> sp., <i>Stenopterobia</i> sp., <i>Surirella</i> sp., <i>Tetracyclus</i> sp., <i>Thalassiosira</i> sp.

Fuente: Coste & Ayphassorho (1991).

Los valores de IDG van en orden decreciente de los niveles de contaminación, variando entre 1 y 5, para la clasificación de la calidad de las aguas (Tabla 13).

Tabla 13: Clasificación de calidad de agua según el índice IDG

VALOR	SIGNIFICADO
IDG>4.5	Calidad biológica óptima.
4<IDG<4.5	Calidad normal. Contaminación débil.
3.5<IDG<4	Contaminación moderada. Eutrofización.
3<IDG<3.5	Polución media.
2<IDG<3	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte.
1<IDG<2	Contaminación muy fuerte.
IDG=0	La población es considerada como inexistente (contaminación tóxica). Por debajo de 10 individuos por mm2.

Fuente: Coste & Ayphassorho (1991).

IV. RESULTADOS

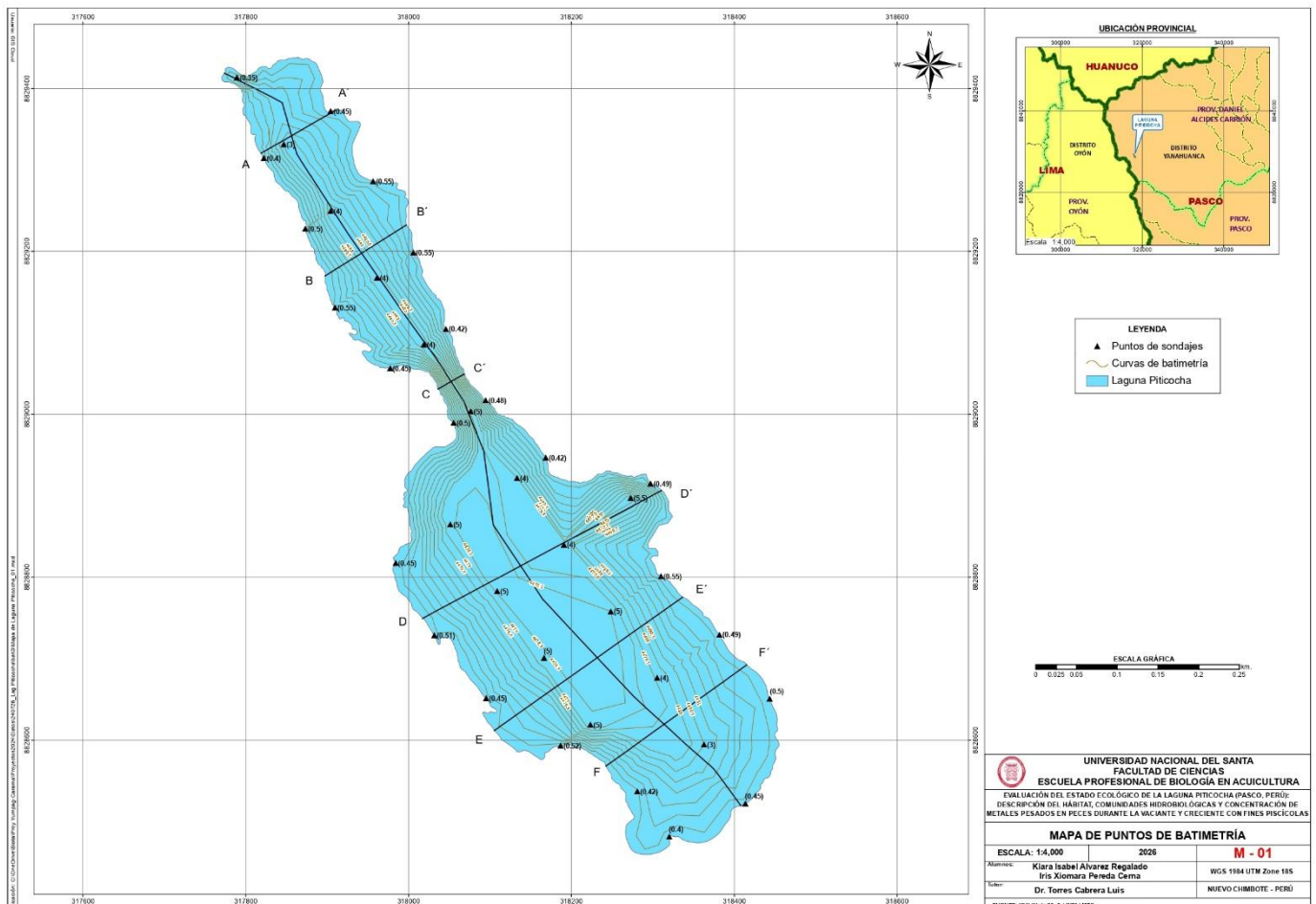
El muestreo de parámetros morfométricos, factores abióticos y bióticos en la laguna Piticocha fue llevado a cabo en dos periodos: el primero durante la época de creciente (temporada de lluvias) entre los días 01, 02 y 03 de marzo del 2025 y el segundo monitoreo durante la vaciante (temporada seca) durante los días 25 y 26 de octubre del 2025.

4.1. Aspectos morfométricos

4.1.1. Batimetría

En la figura 2 se muestran las estaciones y transectos de la laguna Piticocha, así mismo el plano de las curvas batimétricas de la laguna Piticocha.

Figura 2. Plano de curvas batimétricas de la laguna Piticocha y cortes de perfiles



4.1.2. Perfiles

En la Figura 3 se presentan los detalles del perfil batimétrico de la cuenca de la laguna Piticocha, correspondientes a cada uno de los transectos establecidos.

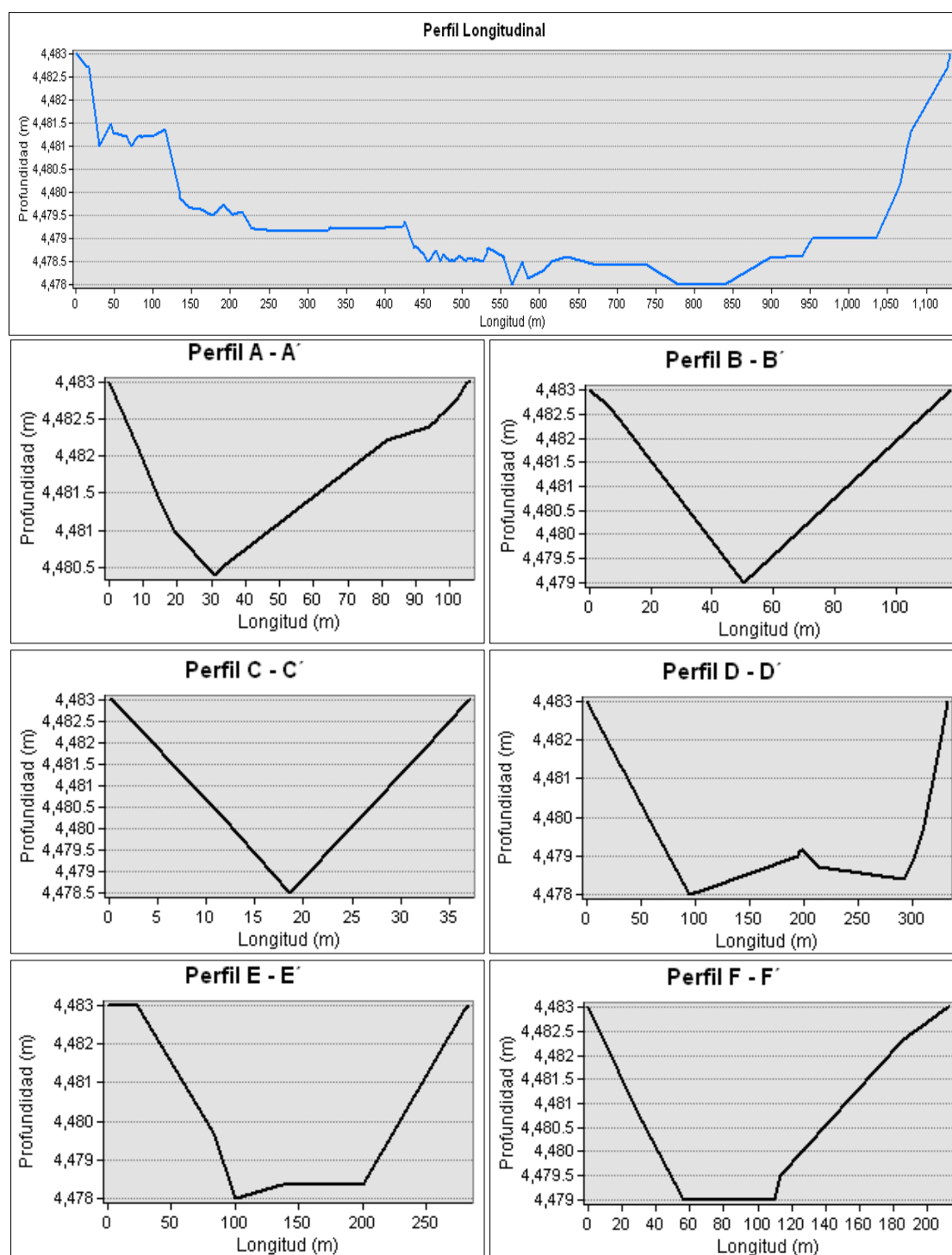


Figura 3. Perfil batimétrico de la laguna Piticocha según transectos.

4.1.3. Parámetros morfométricos

Los parámetros morfométricos determinados para la laguna Piticocha se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14: Parámetros morfométricos de la laguna Piticocha.

Parámetros morfométricos	Resultados
Longitud maxima (LM)	725 m
Longitud efectiva máxima (LEM)	725 m
Ancho máximo (AM)	315 m
Anchura efectiva máxima (AEM)	315 m
Anchura media (Am)	238 m
Profundidad media (Pm)	2.38 m
Profundidad máxima (PMX)	5.50 m
Relacion profundidad media - Profundidad Máxima (Pm/PMx)	0.43
Relacion profundidad máxima - Area superficial (PMx/A)	0.013
Área (A)	172 500 m ²
Longitud de la línea de orilla (LO)	1980 m
Desarrollo de la orilla (DO)	1.34
Volumen total de la laguna (V)	410550 m ³
Desarrollo de volumen (DV)	1.30

Fuente: Elaboración propia

4.2. Factores abióticos

4.2.1. Parámetro físico-químico

Los valores de temperatura registrados durante la creciente oscilaron entre 8.85 y 13.25 °C; de estos, el valor mínimo fue registrado en la estación E-05; mientras que, el máximo valor de temperatura se registró en la estación E-07. Por otro lado, en relación a los valores registrados durante la vaciante, estos oscilaron entre 7.85 y 15.21 °C, en ese sentido el mínimo valor fue registrado en la estación E-04; en tanto que, el máximo valor de temperatura fue registrado en la estación E-05. Estos resultados estarían relacionados directamente con la hora de muestreo e incidencia solar; además, del rango altitudinal y la temporada en la que se realizó el monitoreo, ya sea durante la creciente (época de lluvia) o la vaciante (época seca).

Los valores de pH registrados durante la creciente oscilaron de 7.22 a 8.55, clasificando a las estaciones como neutras y ligeramente alcalinas; en ese sentido, el valor mínimo fue reportado en la estación E-01; en tanto que, el máximo valor de pH fue reportado en la estación E-07, encontrándose todos los valores dentro del rango establecido en los ECA Categoría 4, subcategoría E1: Lagunas y lagos (D.S. N° 004-2017-MINAM). Durante la vaciante los valores oscilaron de 6.50 a 8.68, calificando las estaciones como neutras y ligeramente alcalinos; de estos, el mínimo valor fue reportado en la estación E-08; en tanto que, el máximo valor fue reportado

en la estación E-02, encontrándose todos los valores dentro de los ECA Categoría 4, subcategoría E1.

Con relación a la conductividad, los valores medidos durante la creciente fluctuaron entre 129.80 y 376.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, registrándose el mínimo y máximo valor en las estaciones E-07 y E-01, respectivamente. En ese sentido, todos los valores obtenidos se situaron dentro del rango establecido por los ECA para la Categoría 4, subcategoría E1. Por otro lado, los valores registrados durante la vaciante oscilaron entre 298.50 y 497.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, registrándose el mínimo valor en la estación E-03 y el máximo valor en la estación E-08. En ese sentido todos los valores registrados se encontraron dentro de los límites establecidos por los ECA Categoría 4, subcategoría E1.

El oxígeno disuelto registrado durante la creciente fluctuó entre 5.49 y 8.04 mg/L, registrando el mínimo y máximo valor en las estaciones E-01 y E-03, respectivamente; registrándose todos los valores dentro de los ECA Categoría 4, subcategoría E1. Con relación a los valores reportados durante la vaciante, estos oscilaron entre 5.26 y 7.33 mg/L, en ese sentido, el valor mínimo fue registrado en la estación E-08; mientras que, el máximo valor fue reportado en la estación E-03; por consiguiente, todos los valores se encontraron dentro de los ECA Categoría 4, subcategoría E1.

Respecto a la turbidez registrada durante la creciente, estos oscilaron entre 1.55 y 3.31 NTU, en ese sentido el mínimo valor fue registrado en la estación E-05; en tanto que, el máximo valor fue registrado en la estación E-03. Sin embargo, los valores registrados durante la vaciante oscilaron entre 0.05 y 0.10 NTU, siendo así que, el valor mínimo fue registrado en la estación E-05 y el máximo valor fue registrado en la estación E-07.

Tabla 15: Parámetros físico-químicos de la laguna Piticocha.

Cuerpo de agua	Temporada	Estación de Monitoreo	Fecha y Hora		Temperatura	pH	Conductividad	Oxígeno disuelto	Turbidez	Color Aparente
					°C	-	µS/cm	mg/L	NTU	-
Laguna Piticocha	Creciente	E-01	01/03/2025	09:00	10.30	7.22	376.00	5.49	3.07	Verde claro
		E-02	01/03/2025	11:00	12.60	7.26	195.70	6.30	2.55	Verde claro
		E-03	03/03/2025	07:30	8.96	7.33	194.50	8.04	3.31	Verde claro
		E-04	03/03/2025	09:30	9.85	7.60	234.00	6.19	2.61	Verde claro
		E-05	02/03/2025	08:00	8.85	7.30	225.00	6.16	1.55	Verde claro
		E-06	01/03/2025	07:00	9.10	8.25	174.60	7.55	1.89	Verde claro
		E-07	02/03/2025	14:00	13.25	8.55	129.80	7.67	2.24	Verde claro
		E-08	02/03/2025	10:00	10.10	8.42	140.20	7.01	3.11	Verde claro
	Vaciante	E-01	25/10/2025	09:00	11.25	8.23	453.0	6.16	0.06	Amarillo claro
		E-02	25/10/2025	07:00	9.2	8.68	326.00	6.77	0.08	Amarillo claro
		E-03	26/10/2025	08:30	9.15	8.06	298.50	7.33	0.07	Amarillo claro
		E-04	26/10/2025	06:30	7.85	7.92	329.00	6.87	0.07	Amarillo claro
		E-05	25/10/2025	14:00	15.21	8.23	459.00	6.96	0.05	Amarillo claro
		E-06	25/10/2025	11:00	12.86	8.28	472.00	6.24	0.09	Amarillo claro
		E-07	26/10/2025	14:00	14.24	8.40	324.00	6.43	0.10	Amarillo claro
		E-08	26/10/2025	11:00	12.35	6.50	497.00	5.26	0.06	Amarillo claro
ECA para Agua (D.S. N° 004-2017- MINAM)		Categoría 4	E1: Lagunas y lagos	Δ 3	6.5 - 9.0	1 000	≥5	-	-	

Elaboración propia.

4.2.2. Descripción del hábitat

En el lecho de la laguna Piticocha durante la creciente se registraron sustratos de tamaño granulométrico variable, predominando la grava en las estaciones E-01, E-02, E-03, E-04, E-06 y E-08; mientras que, la arena fue predominante en las estaciones E-05 y E-07. De manera similar, se registraron sustratos de tamaño granulométrico variable durante la vaciante, destacando la grava en las estaciones E-01, E-02, E-03, E-04, E-06, E-07 y E-08; en tanto que, la arena fue predominante únicamente en la estación E-05. Cabe precisar que, la arcilla, el limo y el canto rodado no predominaron en ninguna de las estaciones de monitoreo en sus respectivas temporadas de monitoreo; mientras que, la roca madre y el boulder no fueron encontrados en ninguna de las estaciones monitoreadas.

Como refugios disponibles para peces y macroinvertebrados bentónicos durante la creciente se encontró al grupo de rocas, la vegetación acuática y vegetación terrestre; de estos la vegetación acuática predominó en las estaciones E-01, E-05, E-07 y E-08; mientras que, la vegetación terrestre predominó en las estaciones E-02, E-03, E-04 y E-06. Respecto a los refugios disponibles durante la vaciante, se tiene que, en las estaciones E-01, E-02 y E-03 predominó la vegetación terrestre; en tanto que, en las estaciones E-04, E-05, E-06, E-07 y E-08 predominó la vegetación acuática. Es preciso mencionar que, el grupo de rocas no fue predominante en ninguna de las estaciones evaluadas y las grutas no estuvieron presentes en ninguna de las estaciones evaluadas en ninguna de las temporadas.

En las orillas de la laguna Piticocha durante la vaciante y creciente, se tiene que las gramíneas predominó en todas las estaciones (estaciones E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07 y E-08) de monitoreo durante ambas temporadas; mientras que, la tierra erosionable no predominó en ninguna de las estaciones y la roca, los arbustos y los árboles no estuvieron presentes en el área de monitoreo.

Tabla 16: Descripción del hábitat .

Parámetro	Rangos	Laguna Piticocha															
		Creciente								Vaciante							
		E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08
Tamaño (m)	Ancho promedio	20.00	71.00	250.00	17.00	317.00	132.00	195.00	302.00	19.50	69.50	249.45	16.56	316.43	132.65	194.56	301.46
	Profundidad Máxima	0.35	0.45	0.43	0.32	0.55	0.48	3.00	5.00	0.30	0.42	0.39	0.29	0.51	0.45	2.85	4.86
Sustratos (% de Área)	Arcilla (< 0.004 mm)	10	13	18	20	5	8	21	20	11	12	16	17	7	9	19	19
	Limo (0.004-0.06 mm)	12	11	13	15	15	19	18	17	12	10	15	13	13	18	17	18
	Arena (0.06-2 mm)	28	24	23	20	40	29	30	31	29	26	26	24	36	32	29	30
	Grava (2-64 mm)	35	34	32	30	30	35	28	29	34	36	30	32	35	33	31	31
	Canto rodado (64-256 mm)	15	18	14	15	10	9	3	3	14	16	13	14	9	8	4	2
	Boulder (> 256 mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Roca madre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Grupo de rocas	10	10	10	15	15	15	5	5	15	10	10	15	10	10	10	5
Refugios (% de Área)	Vegetación acuática	50	25	40	40	55	40	65	55	40	25	35	45	50	40	60	55
	Vegetación terrestre	40	65	50	45	30	45	30	40	45	65	55	40	40	40	30	40
	Grutas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orillas (% de Área)	Roca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tierra erosionable	10	20	20	15	35	20	25	20	10	20	10	10	20	15	20	20
	Gramíneas	90	80	80	85	65	80	75	80	90	80	90	90	80	85	80	80
	Arbustos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Árboles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Elaboración propia.

4.3. Factores bióticos

4.3.1. Fitoplancton

Riqueza y abundancia

En la laguna Piticocha durante la creciente se registraron 1'131,236 Células/L y 94 especies, pertenecientes a seis (06) phylum taxonómicos: Heterokontophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Miozoa; en tanto que, durante la vaciante se registraron 4'996,857 Células/L y 76 especies, pertenecientes a seis (06) phylum taxonómicos: Heterokontophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Miozoa. Resultados que estarían evidenciando que, si bien la abundancia varía durante ambas temporadas la composición taxonómica se mantiene constante, predominando la misma cantidad de phylum durante ambas temporadas.

La composición de especies entre taxon durante la creciente fue variable, siendo el phylum Heterokontophyta el más variado con 36 taxones (38.30 %), el phylum Chlorophyta registró 27 especies (28.72 %), Cyanobacteria 13 especies (13.83 %), Charophyta 12 especies (12.77 %), Euglenophyta cuatro (04) especies (4.26 %); mientras que, el phylum Miozoa fue el menos diverso con solo dos (02) especies (2.13 %), (Figura 4). De manera similar ocurrió durante la vaciante, donde la composición fue variable, destacando el phylum Heterokontophyta con 31 especies (40.79 %), el phylum Chlorophyta con 22 especies (28.95 %), Cyanobacteria con 11 especies (14.47 %), Charophyta registró nueve (09) especies (11.84 %), Euglenophyta dos (02) especies (2.63 %); en tanto que, el phylum Miozoa fue el menos diverso con solo una (01) especie (1.32 %), (Figura 5).

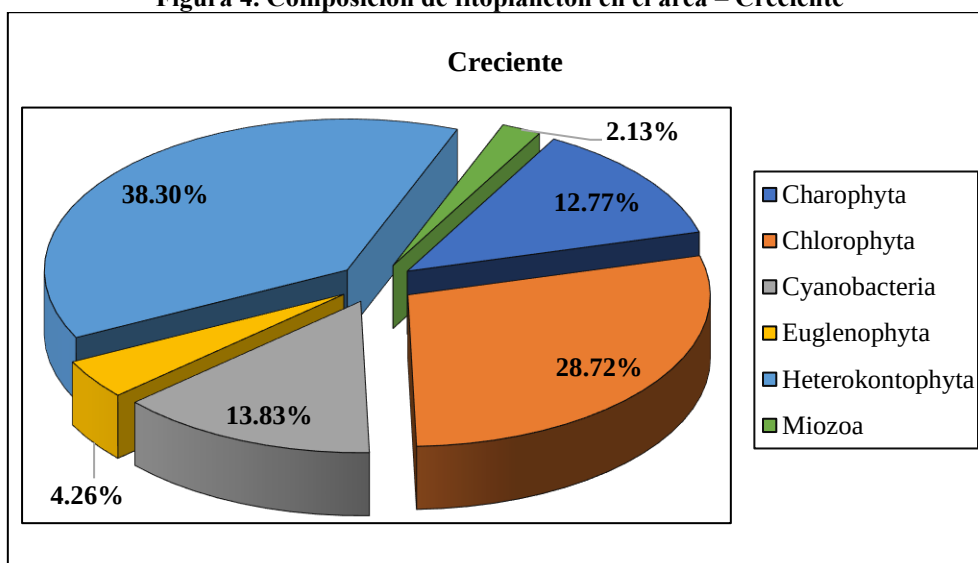
A nivel de temporadas (vaciente y creciente), destacó el phylum Heterokontophyta, resultado esperado, ya que es un importante componente de las comunidades acuáticas. Respecto a la riqueza reportada en las estaciones durante la creciente, el valor máximo fue registrado en la estación E-06 con 41 especies; en tanto que, el mínimo valor de riqueza fue reportado en la estación E-07 con 10 especies (Figura 6). Por otro lado, durante la vaciante, destacó la estación E-01 con 32 especies; mientras que, el valor mínimo se reportó en la estación E-05 (09 especies) (Figura 7).

En cuanto al análisis de densidad durante la creciente, esta presentó una tendencia similar a la de composición, destacando el phylum Heterokontophyta con 3'046,316 Células/L (59.37 %), seguido por el phylum Charophyta con 1'614,376 Células/L (31.46 %), Chlorophyta con 359,126 Células/L (7.00 %) y Miozoa con 59,098 Células/L (1.15 %); mientras que, los phylum restantes aportaron menos del 1 % de la abundancia total, siendo estos Cyanobacteria con 42,960 Células/L (0.84 %) y Euglenophyta con 9,360 Células/L (0.18%), (Figura 8). De manera similar ocurrió

durante la vaciante, siendo el phylum Heterokontophyta el más abundante con 4'310,177 Células/L (86.26 %), seguido por el phylum Chlorophyta con 420,118 Células/L (8.41 %), Charophyta con 180,372 Células/L (3.61 %) y Cyanobacteria con 75,310 Células/L (1.51 %); en tanto que, los phylum restantes aportaron menos del 1 % de la abundancia total, siendo estos Euglenophyta con 7,480 Células/L (0.15 %) y Miozoa con 3,400 Células/L (0.07 %), (Figura 9).

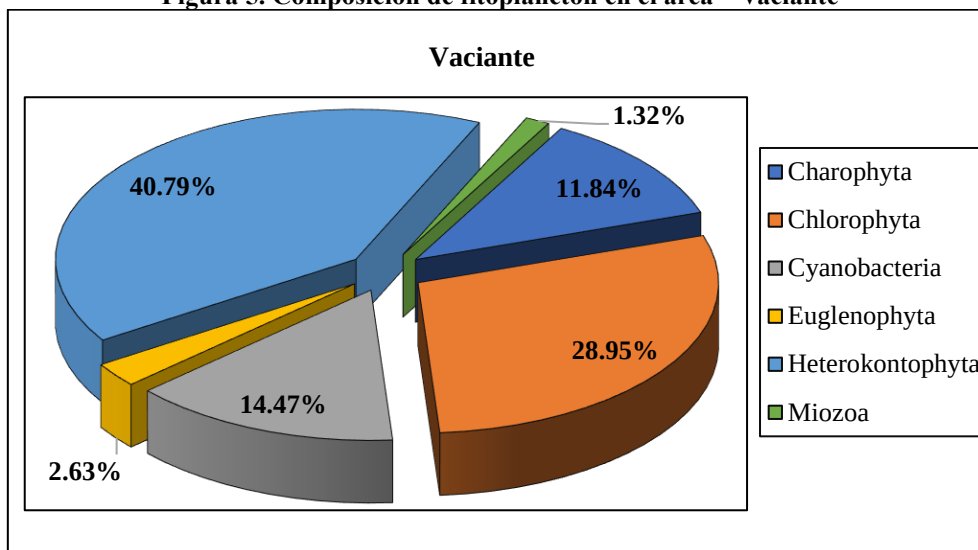
Respecto a la abundancia a nivel de temporadas (vaciante y creciente), destacó el phylum Heterokontophyta como el mas abundante en casi todas las estaciones de monitoreo. Por otro lado, a nivel de estaciones durante la creciente, se tiene que, el valor máximo fue reportado en la estación E-03 con 1'438,552 Células/L, siendo su principal representante *Spirogyra* sp. (Charophyta) con 606,000 Células/L; mientras que, el valor mínimo fue reportado en la estación E-01 con 13,200 Células/L (Figura 10). De manera similar, a nivel de estaciones durante la vaciante, destacó la abundancia reportada en la estación E-03 con 1'500,450 Células/L, siendo su principal aportante *Fragilaria* sp. con 690,527 Células/L (Heterokontophyta); en tanto que, el valor mínimo fue reportado en la estación E-01 con 15,300 Células/L, (Figura 11). Estos valores estarían relacionados a las condiciones ambientales y la cantidad de nutrientes presentes en el cuerpo de agua, lo que favorecería la proliferación de algas.

Figura 4. Composición de fitoplancton en el área – Creciente



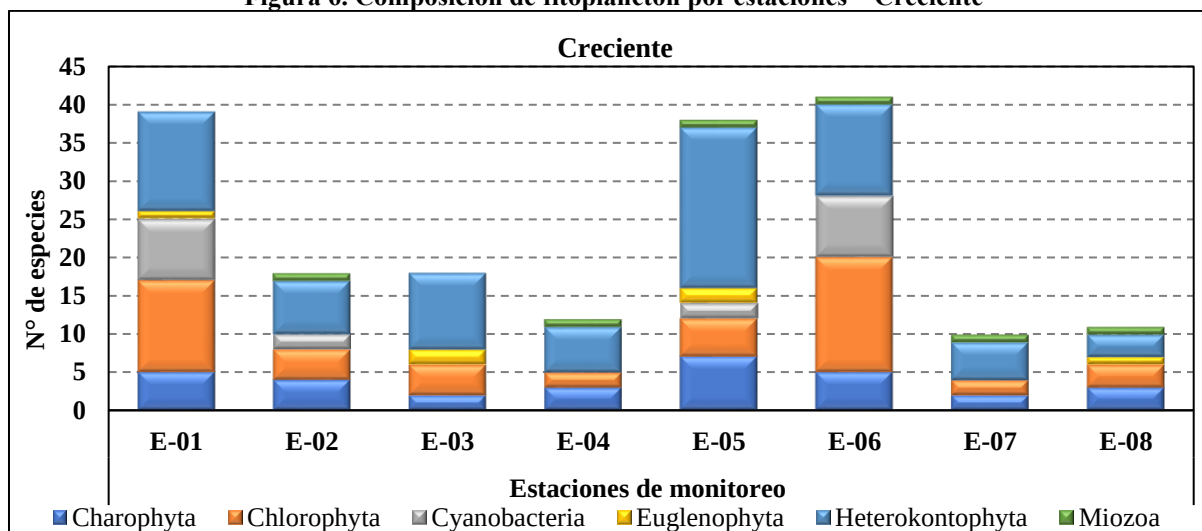
Elaboración propia.

Figura 5. Composición de fitoplancton en el área – Vaciente



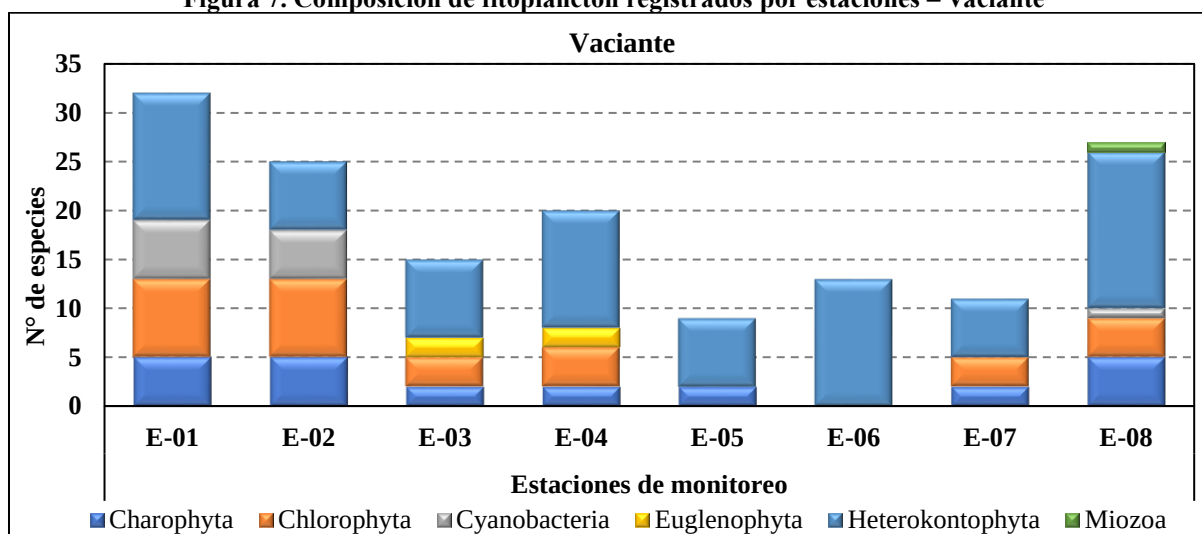
Elaboración propia.

Figura 6. Composición de fitoplancton por estaciones – Creciente



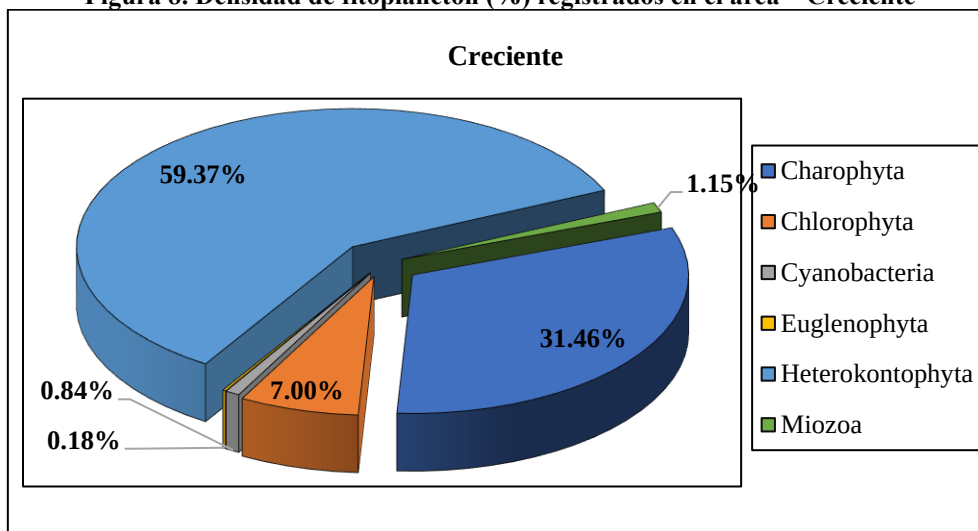
Elaboración propia.

Figura 7. Composición de fitoplancton registrados por estaciones – Vaciente



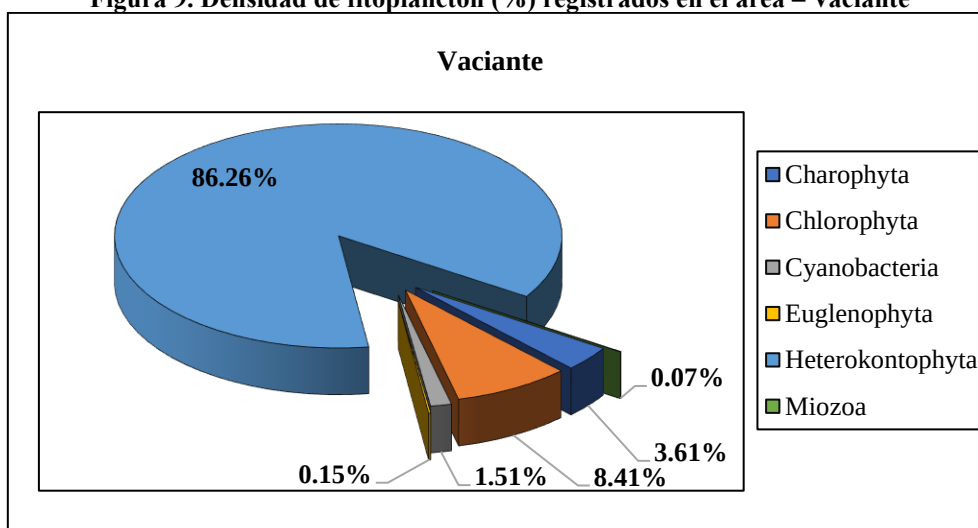
Elaboración propia.

Figura 8. Densidad de fitoplancton (%) registrados en el área – Creciente



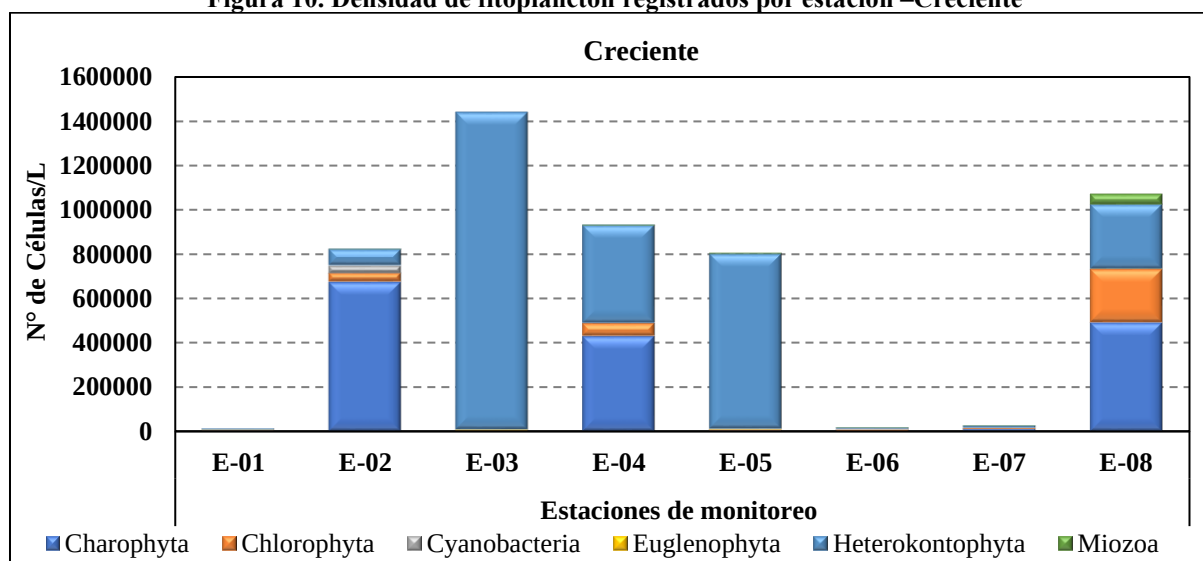
Elaboración propia.

Figura 9. Densidad de fitoplancton (%) registrados en el área – Vaciente



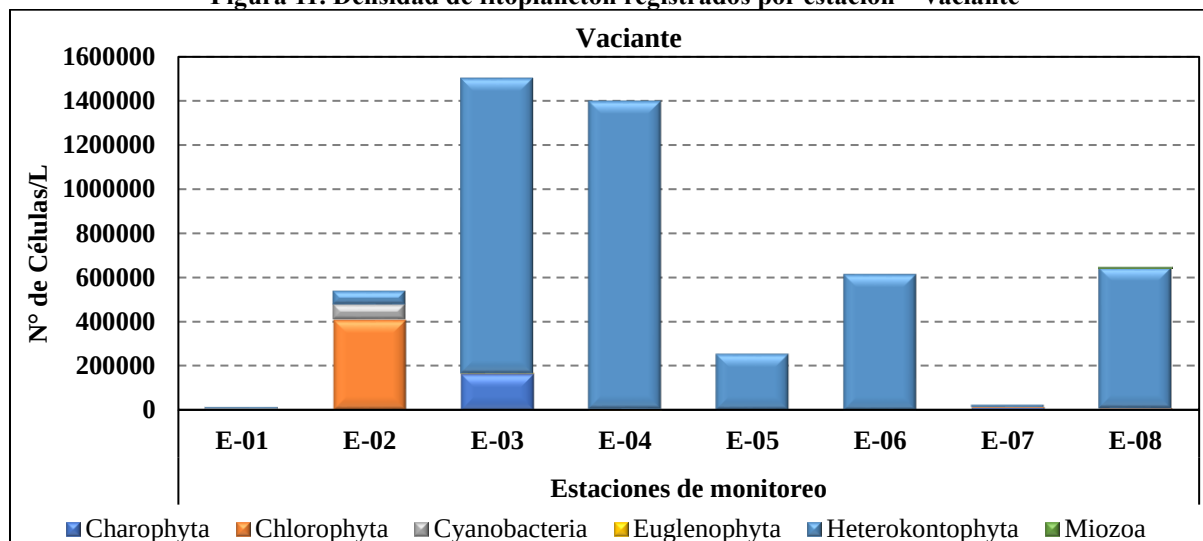
Elaboración propia.

Figura 10. Densidad de fitoplancton registrados por estación –Creciente



Elaboración propia.

Figura 11. Densidad de fitoplancton registrados por estación – Vaciente



Elaboración propia.

Estructura de la comunidad

Según Shannon-Wiener (H'), las estaciones monitoreadas durante la creciente presentaron una diversidad que osciló de baja a alta, resultados esperados tomando en cuenta los valores de equidad reportados. A nivel de estaciones los máximos valores de diversidad fueron reportados en las estaciones E-06 y E-01 con 5.19 bits/individuos y 5.04 bits/individuos respectivamente, debido a una distribución homogénea de la abundancia registradas en ambas estaciones, lo cual se confirma con los índices de Simpson (1-D) con 0.97 probits/individuo para ambas estaciones y de Equidad ($J=0.97$ y 0.95 , respectivamente); mientras que, el valor mínimo de diversidad fue reportado en la estación E-05 con 0.89 bits/individuos debido a la marcada dominancia de la especie indeterminada de la familia Fragilariaceae, la cual representa el 88.46 % de la abundancia total, estos resultados se verían reflejados en los índices de Simpson (1-D) con 0.21 probits/individuo y de Equidad ($J=0.17$), (Tabla 17).

De manera similar, las estaciones monitoreadas durante la vaciante presentaron una diversidad que osciló de baja a alta, resultados esperados tomando en cuenta los valores de equidad reportados. A nivel de estaciones el máximo valor de diversidad fue reportado en la estación E-01 con 4.75 bits/individuos, debido a una distribución homogénea de la abundancia registrada, lo cual es confirmado por los índices de Simpson (1-D) con 0.96 probits/individuo y de Equidad ($J=0.95$); en tanto que, el mínimo valor de diversidad fue reportado en la estación E-04 con 1.10 bits/individuos, resultados confirmados por los bajos valores reportados para los índices de Simpson (1-D= 0.51) y de Equidad ($J=0.25$), esto podría estar relacionado con la marcada dominancia de las especies *Fragilaria* sp. y *Nitzschia* sp. las cuales representaron el 52.50 % y 46.56 % de la abundancia total (Tabla 18).

Tabla 17: Índices de fitoplancton registrados por estación – Creciente

Temporada	Estaciones	Número de Individuos (N° Cel./L)	Número de Especies	Índices Comunitarios					
				Equidad (J)	Nivel de Equidad (J)	Índice de Simpson (1-D)	Nivel de Simpson (1-D)	Índice de Shannon - Wiener	Nivel de Diversidad Shannon - Wiener
Creciente	E-01	13200	39	0.95	Alta	0.97	Alta	5.04	Alta
	E-02	823000	18	0.39	Media	0.45	Media	1.64	Media
	E-03	1438552	18	0.27	Baja	0.51	Media	1.14	Baja
	E-04	932874	12	0.83	Alta	0.82	Alta	2.96	Media
	E-05	804880	38	0.17	Baja	0.21	Baja	0.89	Baja
	E-06	18300	41	0.97	Alta	0.97	Alta	5.19	Alta
	E-07	28120	10	0.92	Alta	0.86	Alta	3.06	Alta
	E-08	1072310	11	0.89	Alta	0.86	Alta	3.09	Alta

Elaboración propia.

Tabla 18: Índices de fitoplancton registrados por estación – Vaciente

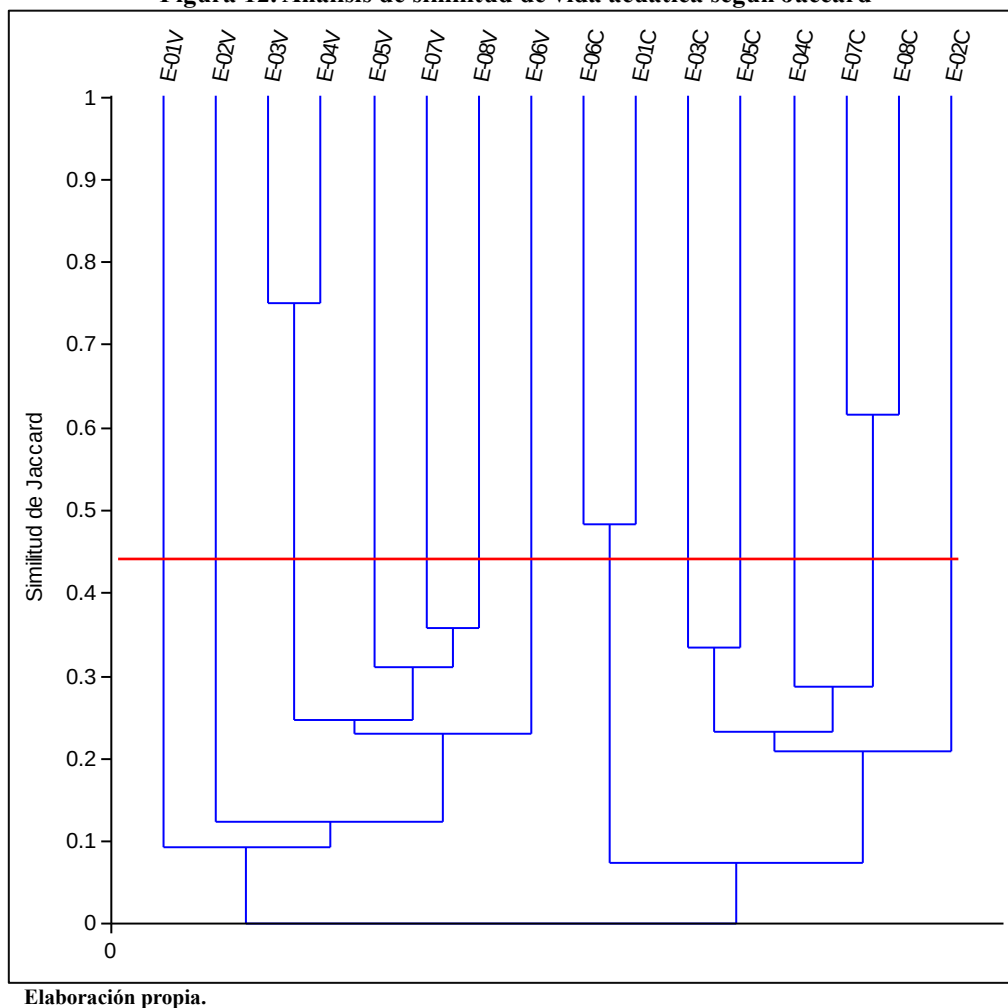
Temporada	Estaciones	Número de Individuos (N° Cel./L)	Número de Especies	Índices Comunitarios					
				Equidad (J)	Nivel de Equidad (J)	Índice de Simpson (1-D)	Nivel de Simpson (1-D)	Índice de Shannon - Wiener	Nivel de Diversidad Shannon - Wiener
Vaciente	E-01	15300	32	0.95	Alta	0.96	Alta	4.75	Alta
	E-02	539540	25	0.26	Baja	0.42	Media	1.22	Baja
	E-03	1500450	15	0.38	Media	0.60	Media	1.47	Baja
	E-04	1397494	20	0.25	Baja	0.51	Media	1.10	Baja
	E-05	255288	9	0.46	Media	0.57	Media	1.45	Baja
	E-06	615653	13	0.59	Media	0.74	Alta	2.18	Media
	E-07	24840	11	0.90	Alta	0.86	Alta	3.10	Alta
	E-08	648292	27	0.31	Baja	0.56	Media	1.49	Baja

Elaboración propia.

Analisis de Similitud de Jaccard

Con la finalidad de determinar el nivel de similitud taxonómica de la comunidad fitoplanctónica, se ejecutó el análisis de presencia-ausencia mediante el coeficiente de Jaccard. Los resultados muestran una marcada diferenciación en la composición ecológica entre ambas temporadas, con valores de similitud general por debajo del 50 %, lo que evidencia un alto recambio de especies (diversidad beta) influenciado por la estacionalidad. Las únicas excepciones a este patrón de segregación temporal se registraron en la temporada de vaciante para las estaciones E-03V y E-04V, las cuales exhibieron una alta afinidad (75 % de similitud), y en la zona creciente para las estaciones E-07C y E-08C (60 % de similitud), sugiriendo condiciones hidroambientales localmente homogéneas que favorecen el desarrollo de ensambles algales comunes.

Figura 12. Análisis de similitud de vida acuática según Jaccard



4.3.2. Zooplancton

Riqueza y abundancia

Con relación a la comunidad zooplanctonica en la laguna Piticocha, durante la creciente se registraron 266,421 Organismos/m³ y 53 especies, pertenecientes a siete (07) phylum taxonómicos: Amoebozoa, Arthropoda, Cercozoa, Ciliophora, Protozoa, Rotifera y Tardigrada; en tanto que, durante la vaciante se registraron 280,179 Organismos/m³ y 38 especies, pertenecientes a cinco (05) phylum taxonómicos: Amoebozoa, Arthropoda, Cercozoa, Protozoa y Rotifera. Resultados que estarían evidenciando que, si bien la riqueza varía durante ambas temporadas, la abundancia se encontraría entre un rango aproximado.

La composición de especies entre taxon durante la creciente fue variable, siendo Rotifera el phylum más diverso con 23 especies (43.40 %), seguido por Arthropoda con 19 especies (35.85 %) y Cercozoa con tres (03) especies (5.66 %); en tanto que, los phylum Amoebozoa, Ciliophora, Protozoa y Tardigrada fueron los menos diversos con dos (02) especies (3.77 %) cada uno, (Figura 13). De manera similar durante la vaciante la composición fue variable destacando el phylum

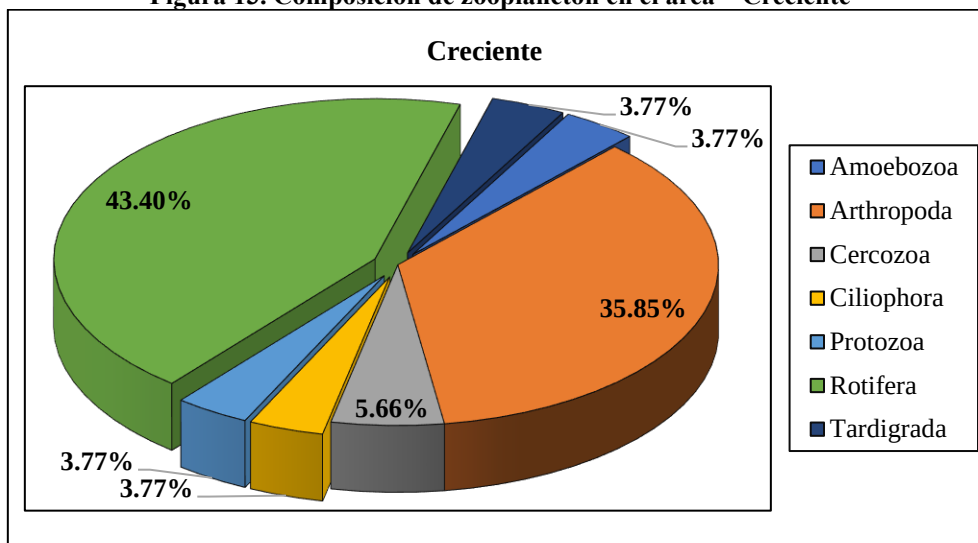
Arthropoda con 20 especies (52.63 %), seguido por el phylum Rotifera con 11 especies (28.95 %), Amoebozoa y Cercozoa con tres (03) especies (7.89 %) cada uno; en tanto que, el phylum Protozoa fue el menos diverso con una (01) especie (2.63 %), (Figura 14).

A nivel de temporadas (vaciente y creciente), destacaron los phylum Arthropoda y Rotifera como los más diversos resultados esperables puesto que, constituyen los phylum más grandes y diversificados del Reino Animal. Respecto a la riqueza reportada en las estaciones durante la creciente, destacó el valor reportado en la estación E-06 con 18 especies; mientras que, el menor valor de riqueza fue reportado en la estación E-04 con cuatro (04) especies (Figura 15). Por otro lado, a nivel de estaciones durante la vaciente, destacó el valor reportado en la estación E-01 con 14 especies; mientras que, el menor valor de riqueza se reportó en la estación E-04 con tres (03) especies, (Figura 16).

En cuanto al análisis de densidad durante la creciente, este presentó una tendencia similar a la de composición, siendo el phylum Rotifera el más abundante con 151,783 Org./m³ (56.97 %), seguido por el phylum Arthropoda con 54,487 Org./m³ (20.45 %), Amoebozoa con 23,484 Org./m³ (8.81 %), Ciliophora con 11,200 Org./m³ (4.20 %), Cercozoa con 10,267 Org./m³ (3.85 %), Protozoa con 8,000 Org./m³ (3.00 %); mientras que, Tardigrada fue el phylum menos abundante con 7,200 Org./m³ (2.70 %), (Figura 17). Por otro lado, durante la vaciente, el phylum Arthropoda fue el más abundante con 189,104 Org./m³ (67.49 %), seguido por el phylum Rotifera con 51,742 Org./m³ (18.47 %), Amoebozoa con 19,333 Org./m³ (6.90 %), Cercozoa con 11,000 Org./m³ (3.93 %); en tanto que, el phylum Protozoa fue el menos abundante con 9,000 Org./m³ (3.21 %), (Figura 18).

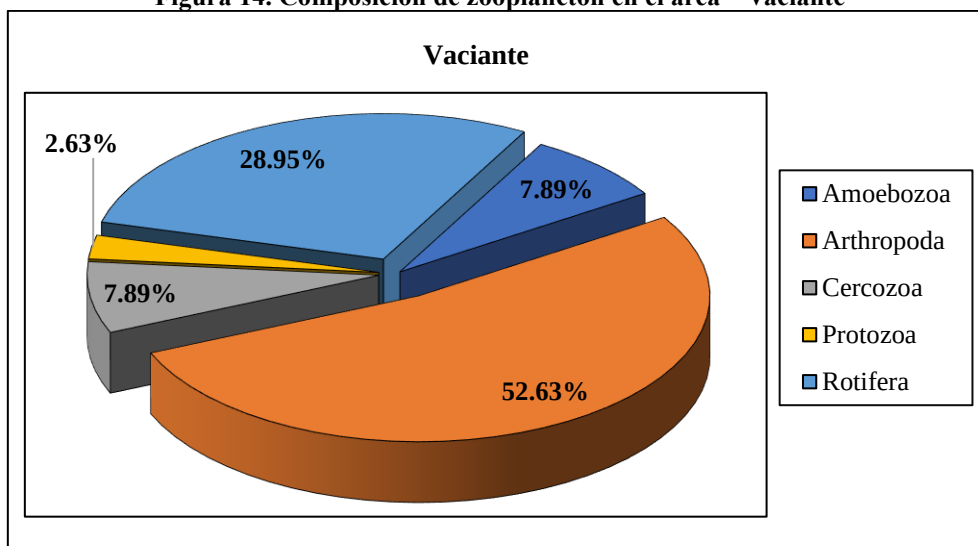
Respecto a la abundancia a nivel de temporadas (vaciente y creciente), destacaron los phylum Arthropoda y Rotifera como los más abundantes. Por otro lado, a nivel de estaciones durante la creciente, se tiene que, el máximo valor se reportó en la estación E-02 con 80,750 Org./m³, siendo su principal representante *Lepadella* sp. (Rotifera) con 16,050 Org./m³; mientras que, el menor valor de abundancia se registró en la estación E-04 con 750 Org./m³, (Figura 19). De manera similar, a nivel de estaciones durante la vaciente, el máximo valor de abundancia fue reportado en la estación E-02 con 137,833 Org./m³, siendo su principal aportante la especie indeterminada de la familia Chydoridae (Arthropoda) con 93,333 Org./m³; en tanto que, el menor valor de abundancia fue reportado en la estación E-06 con 3,675 Org./m³, (Figura 20). Estos valores estarían relacionados a las condiciones ambientales y la cantidad de los alimentos (fitoplancton) presentes en el cuerpo de agua.

Figura 13. Composición de zooplancton en el área – Creciente



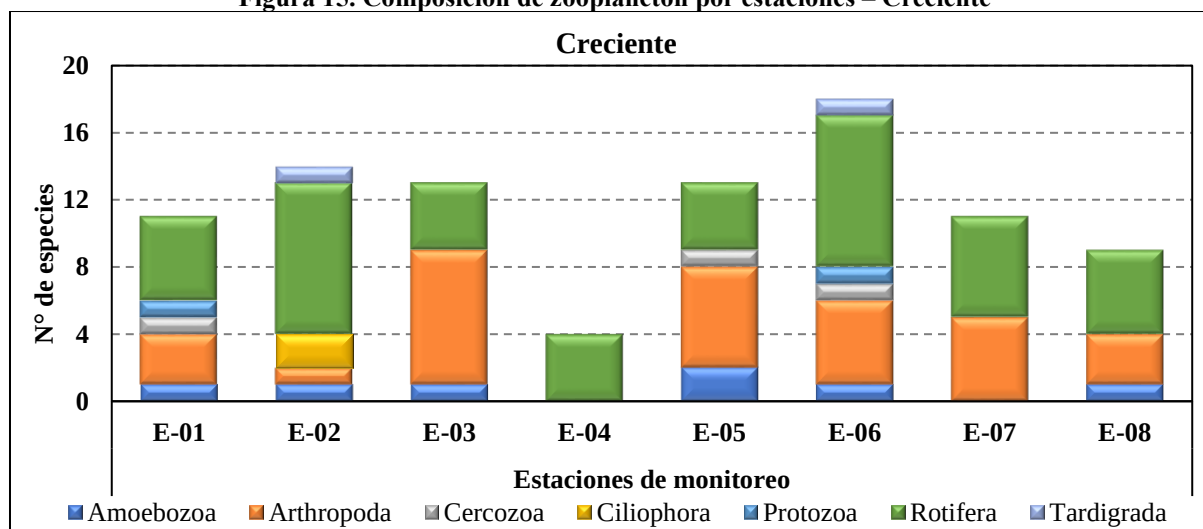
Elaboración propia.

Figura 14. Composición de zooplancton en el área – Vaciante



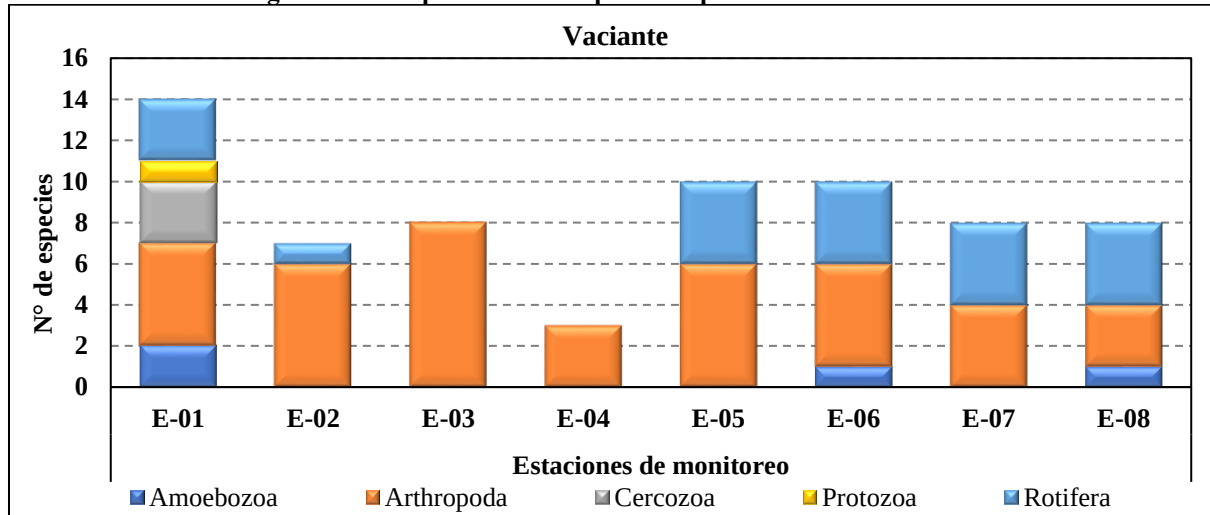
Elaboración propia.

Figura 15. Composición de zooplancton por estaciones – Creciente



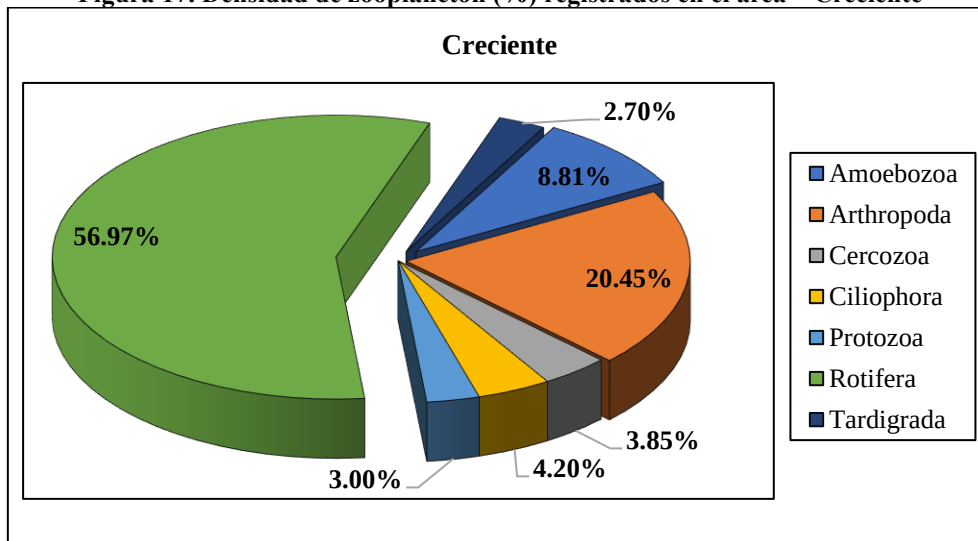
Elaboración propia.

Figura 16. Composición de zooplancton por estaciones – Vaciente



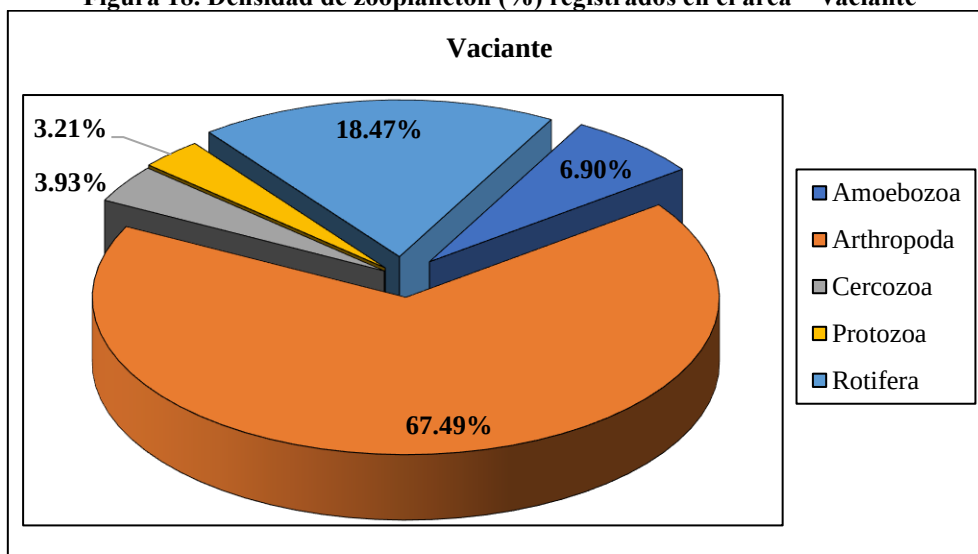
Elaboración propia.

Figura 17. Densidad de zooplancton (%) registrados en el área – Creciente



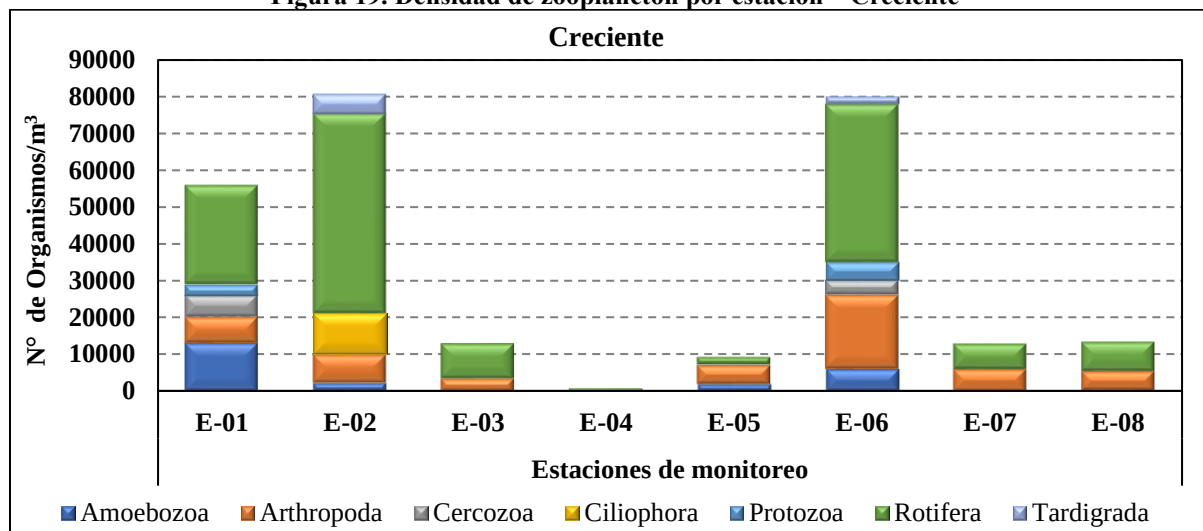
Elaboración propia.

Figura 18. Densidad de zooplancton (%) registrados en el área – Vaciente



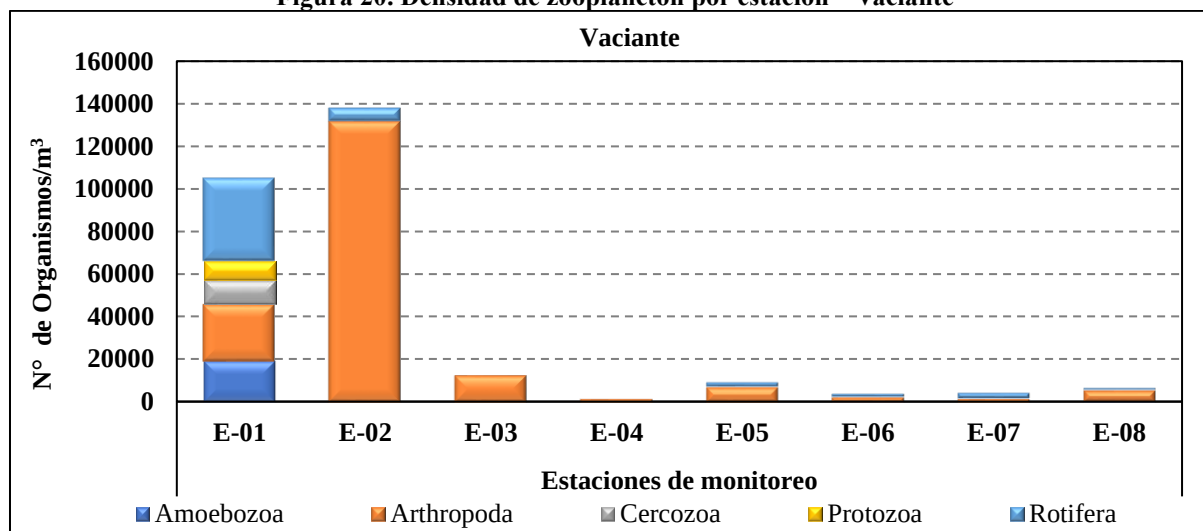
Elaboración propia.

Figura 19. Densidad de zooplancton por estación – Creciente



Elaboración propia.

Figura 20. Densidad de zooplancton por estación – Vaciante



Elaboración propia.

Estructura de la comunidad

Según Shannon-Wiener (H'), las estaciones monitoreadas durante la creciente presentaron una diversidad que osciló de baja a alta, resultados esperados tomando en cuenta los valores de equidad reportados. A nivel de estaciones destacó el valor de diversidad reportado en la estación E-06 con 4.04 bits/individuo, debido a una distribución homogénea de la abundancia registrada, lo cual se confirma con los índices de Simpson (1-D) con 0.93 probits/individuo y de Equidad ($J=0.97$); mientras que, el menor valor de diversidad fue reportado en la estación E-04 con 1.25 bits/individuos debido a la marcada dominancia de *Keratella* sp. (Rotifera), la cual representa el 73.33 % de la abundancia total, estos resultados se verían reflejados en los índices de Simpson (1-D) con 0.44 probits/individuo y de Equidad ($J= 0.63$), (Tabla 19).

De manera similar, las estaciones monitoreadas durante la creciente presentaron una diversidad que osciló de baja a alta, resultados esperados tomando en cuenta los valores de equidad registrados. A nivel de estaciones destacó el valor de diversidad reportado en la estación E-01 con 3.35 bits/individuos, debido a una distribución homogénea de la abundancia registrada, lo cual es confirmado por los índices de Simpson (1-D) con 0.86 probits/individuo y de Equidad ($J= 0.88$); en tanto que, el mínimo valor de diversidad fue reportado en la estación E-04 con 1.44 bits/individuos, resultados confirmados por los bajos valores reportados para los índices de Simpson (1-D= 0.51) y de Equidad ($J= 0.25$), esto podría estar relacionado con la marcada dominancia de la especie indeterminada perteneciente al orden Copepoda, la cual representa el 51.13 % de la abundancia total (Tabla 20).

Tabla 19: Índice de zooplancton registrado por estación – Creciente

Temporada	Estaciones	Número de Individuos (Nº Org./m³)	Número de Especies	Índices Comunitarios					
				Equidad (J)	Nivel de Equidad (J)	Índice de Simpson (1-D)	Nivel de Simpson (1-D)	Índice de Shannon - Wiener	Nivel de Diversidad Shannon - Wiener
Creciente	E-01	56000	11	0.91	Alta	0.86	Alta	3.15	Alta
	E-02	80750	14	0.88	Alta	0.88	Alta	3.35	Alta
	E-03	13086	13	0.57	Media	0.68	Media	2.11	Media
	E-04	750	4	0.63	Media	0.44	Media	1.25	Baja
	E-05	9300	13	0.89	Alta	0.87	Alta	3.28	Alta
	E-06	80000	18	0.97	Alta	0.93	Alta	4.04	Alta
	E-07	13002	11	0.76	Alta	0.80	Alta	2.62	Media
	E-08	13533	9	0.73	Alta	0.75	Alta	2.33	Media

Elaboración propia.

Tabla 20: Índices de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciante

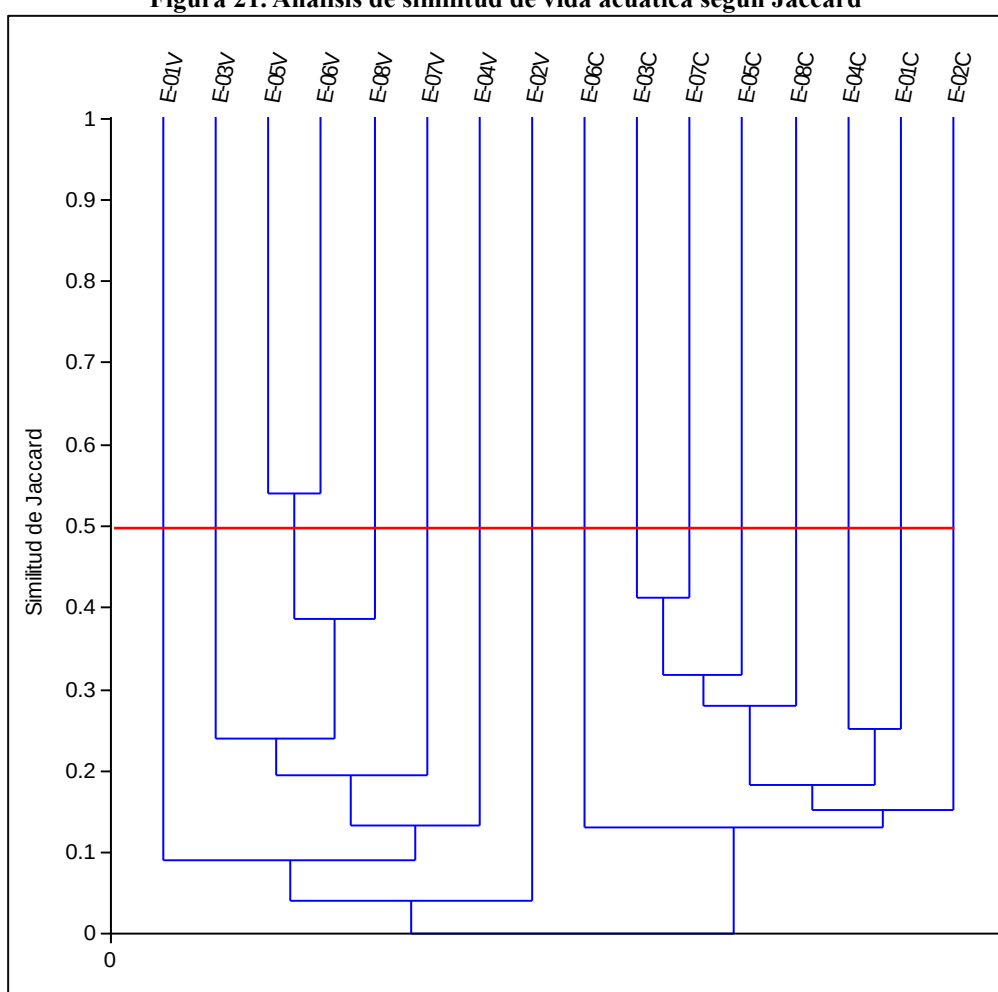
Temporada	Estaciones	Número de Individuos (Nº Org./m³)	Número de Especies	Índices Comunitarios					
				Equidad (J)	Nivel de Equidad (J)	Índice de Simpson (1-D)	Nivel de Simpson (1-D)	Índice de Shannon - Wiener	Nivel de Diversidad Shannon - Wiener
Vaciante	E-01	105000	14	0.88	Alta	0.86	Alta	3.35	Alta
	E-02	137833	7	0.61	Media	0.52	Media	1.72	Media
	E-03	12736	8	0.49	Media	0.50	Media	1.47	Baja
	E-04	1500	3	0.91	Alta	0.60	Media	1.44	Baja
	E-05	9034	10	0.77	Alta	0.76	Alta	2.56	Media
	E-06	3675	10	0.86	Alta	0.83	Alta	2.86	Media
	E-07	4034	8	0.80	Alta	0.74	Alta	2.40	Media
	E-08	6367	8	0.65	Media	0.66	Media	1.94	Media

Elaboración propia.

Analisis de Similitud de Jaccard

Con la finalidad de determinar el nivel de similitud taxonómica de la comunidad zooplanctónica, se ejecutó el análisis de presencia-ausencia mediante el coeficiente de Jaccard. Los resultados muestran una marcada diferenciación en la composición ecológica entre ambas temporadas, con valores de similitud general por debajo del 50 %, lo que evidencia un alto recambio de especies (diversidad beta) influenciado por la estacionalidad. La única excepción a este patrón de segregación temporal se registró en la temporada de vaciante para las estaciones E-05V y E-06V, las cuales exhibieron una alta afinidad (55 % de similitud), sugiriendo condiciones hidroambientales localmente homogéneas que favorecen el desarrollo de ensambles algales comunes.

Figura 21. Análisis de similitud de vida acuática según Jaccard



Elaboración propia.

4.3.3. Perifiton

Riqueza y abundancia

En la laguna Piticocha durante la vaciante se registraron 1'924,276 Organismos/cm² y 32 especies, pertenecientes a 10 phylum taxonómicos: Amoebozoa, Annelida, Arthropoda, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Dinophyta, Heterokontophyta, Nematoda y

Platyhelminthes; en tanto que, durante la vaciante se registraron 2'090,944 Organismos/cm² y 39 especies, pertenecientes a nueve (09) phylum taxonómicos: Amoebozoa, Annelida, Arthropoda, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Heterokontophyta, Miozoa y Nematoda . Resultados que estarían evidenciando que, si bien la abundancia varía durante ambas temporadas a gran escala, la composición taxonómica se mantiene constante, predominando phylum similares durante ambas temporadas.

La composición de especies entre taxon durante la creciente fue variable, destacando el phylum Heterokontophyta con 16 especies (50.00 %); Chlorophyta con cuatro (04) especies (12.50 %); Charophyta con tres (03) especies (9.38 %); Arthropoda y Cyanobacteria con dos (02) especies (6.25 %) cada uno; mientras que, los phylum Amoebozoa, Annelida, Dinophyta, Nematoda y Platyhelminthes fueron los menos diversos con una (01) especie (3.13 %) cada uno (Figura 22). De manera similar durante la temporada seca la composición fue variable, destacando el phylum Heterokontophyta con 22 especies (56.41 %); Chlorophyta con cinco (05) especies (12.82 %); Cyanobacteria y Charophyta con tres (03) especies (7.69 %) cada uno; Arthropoda con dos (02) especies (5.13 %); mientras que, los phylum Amoebozoa, Annelida, Miozoa y Nematoda fueron los menos diversos con una (01) especie (2.56 %) cada uno (Figura 23).

A nivel de temporadas (vaciente y creciente), destacó el phylum Heterokontophyta resultados esperables puesto que, es un importante componente de las comunidades acuáticas. Respecto a la riqueza reportada a nivel de estaciones durante la creciente, el máximo valor fue registrado en las estaciones E-03 y E-04 con 16 especies cada uno; en tanto que, el menor valor de riqueza fue reportado en las estaciones E-01 y E-02 con 12 especies (Figura 24). Por otro lado, a nivel de estaciones durante la vaciente, destacó el valor reportado en la estación E-06 con 24 especies; mientras que, el menor valor de riqueza fue reportado en la estación E-04 con 12 especies (Figura 25).

En cuanto al análisis de densidad durante la creciente, este presentó una tendencia similar a la de composición, siendo el phylum Heterokontophyta el más abundante con 1'778,552 Org./cm² (92,4271 %), seguido por el phylum Charophyta con 141,419 Org./cm² (7.349 %); mientras que, los phylum restantes representaron menos del 1 % de la abundancia total, siendo estos, Nematoda con 2,374 Org./cm² (0.1234 %), Chlorophyta con 764 Org./cm² (0.0397 %), Amoebozoa con 733 Org./cm² (0.0381 %), Annelida con 158 Org./cm² (0.0082 %), Cyanobacteria con 91 Org./cm² (0.0047 %), Arthropoda con 89 Org./cm² (0.0046 %), Platyhelminthes con 50 Org./cm² (0.0026 %) y Dinophyta con 46 Org./cm² (0.0024 %), (Figura 26). De manera similar ocurrió durante la vaciente, siendo el phylum Heterokontophyta el más abundante con 1'877,840 Org./cm² (89.808 %), seguido por el phylum Charophyta con 168,528 Org./cm² (8.060 %) y Cyanobacteria con 38,256 Org./cm² (1.830 %); en tanto que, los phylum restantes representaron menos del 1 % de

la abundancia total, siendo estos, Chlorophyta con 4,136 Org./cm² (0.198 %), Nematoda con 1,043 Org./cm² (0.050 %), Amoebozoa con 739 Org./cm² (0.035 %), Miozoa con 196 Org./cm² (0.009 %), Arthropoda con 150 Org./cm² (0.007 %) y Annelida con 56 Org./cm² (0.003 %), (Figura 27).

Respecto a la abundancia a nivel de temporadas (vaciente y creciente), destacó el phylum Heterokontophyta como el más abundante en casi todas las estaciones de monitoreo. Por otro lado, a nivel de estaciones durante la creciente, se tiene que, el máximo valor de abundancia fue reportado en la estación E-01 con 1'239,145 Org./cm², siendo su principal representante *Achnantheidium* sp. (Heterokontophyta) con 712,038 Org./cm²; mientras que, el mínimo valor de abundancia fue reportado en la estación E-07 con 11,381 Organismos/cm² (Figura 28). De manera similar, a nivel de estaciones durante la vaciente, el máximo valor de abundancia fue reportado en la estación E-07 con 529,919 Org./cm², siendo su principal aportante *Fragilaria* sp. (Heterokontophyta) con 470,000 Org./cm²; en tanto que, el mínimo valor de abundancia fue reportado en la estación E-05 con 39,201 Organismos/cm², (Figura 29). Estos valores estarían relacionados a las condiciones ambientales y la cantidad de nutrientes presentes en el cuerpo de agua; además de los sustratos que permiten que estos organismos se adhieran lo que favorece la proliferación de algas.

Figura 22. Composición de perifiton registrados en el área– Creciente

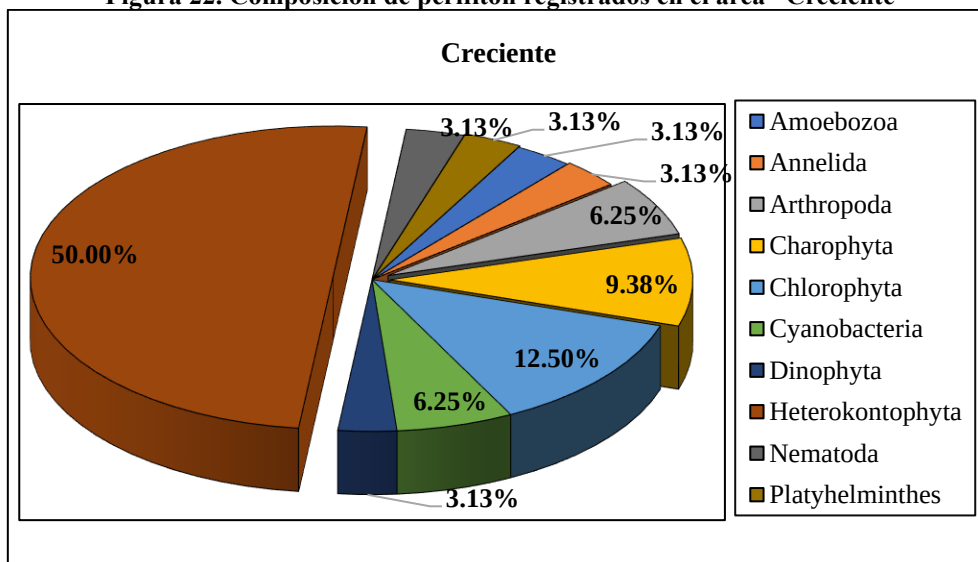
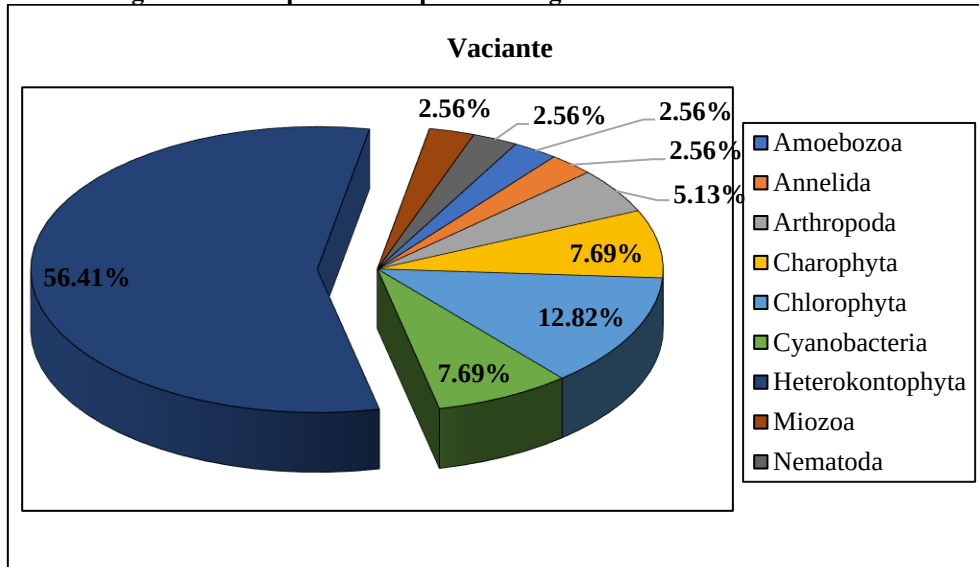
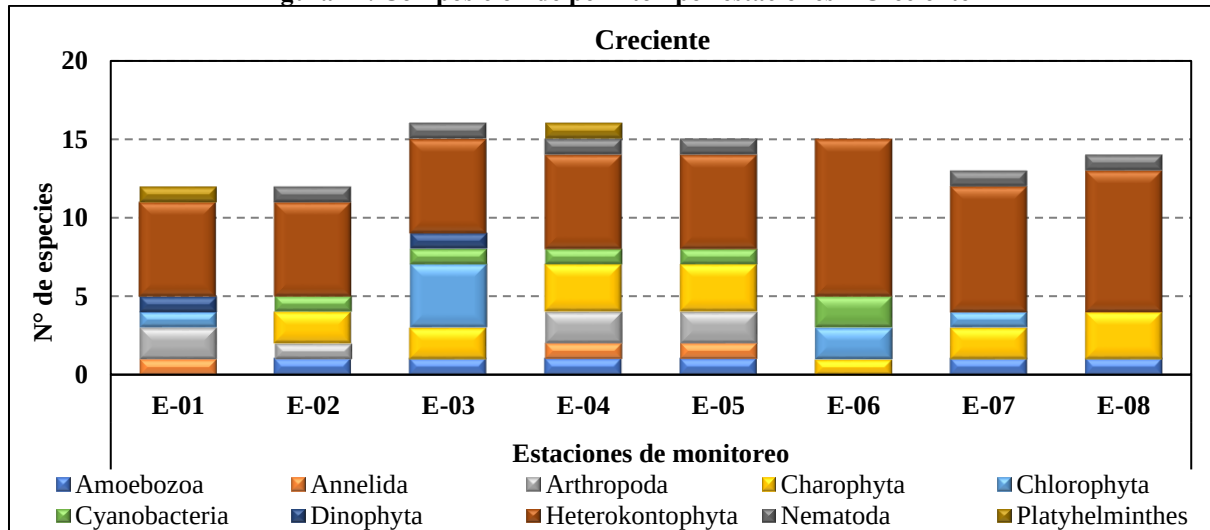


Figura 23. Composición de perifiton registrados en el área – Vaciante



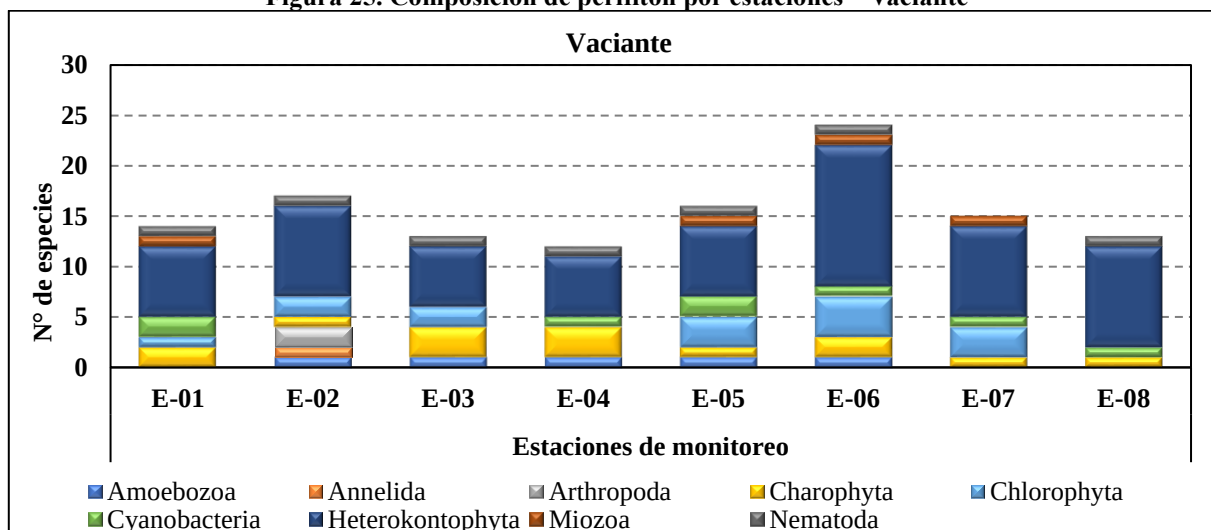
Elaboración propia.

Figura 24. Composición de perifiton por estaciones – Creciente



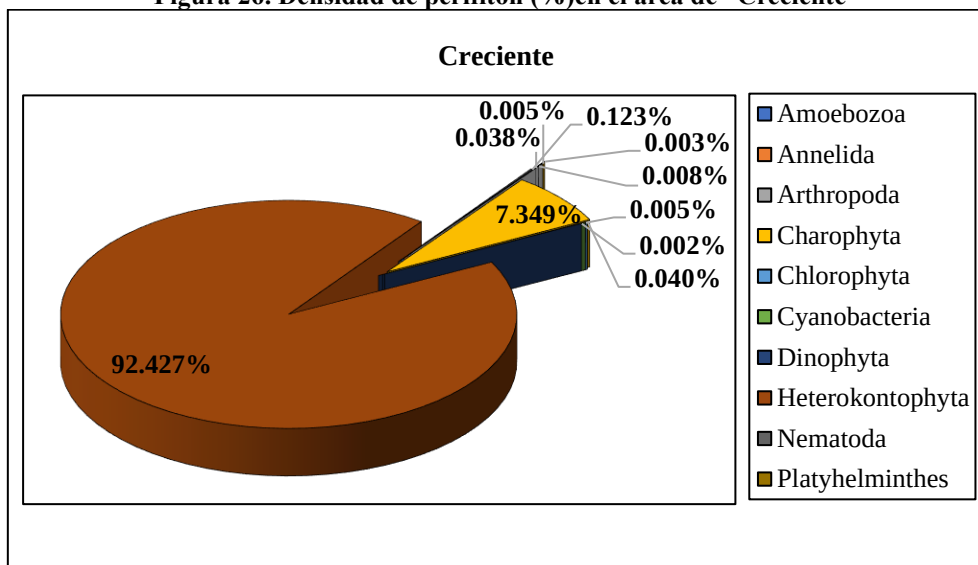
Elaboración propia.

Figura 25. Composición de perifiton por estaciones – Vaciante



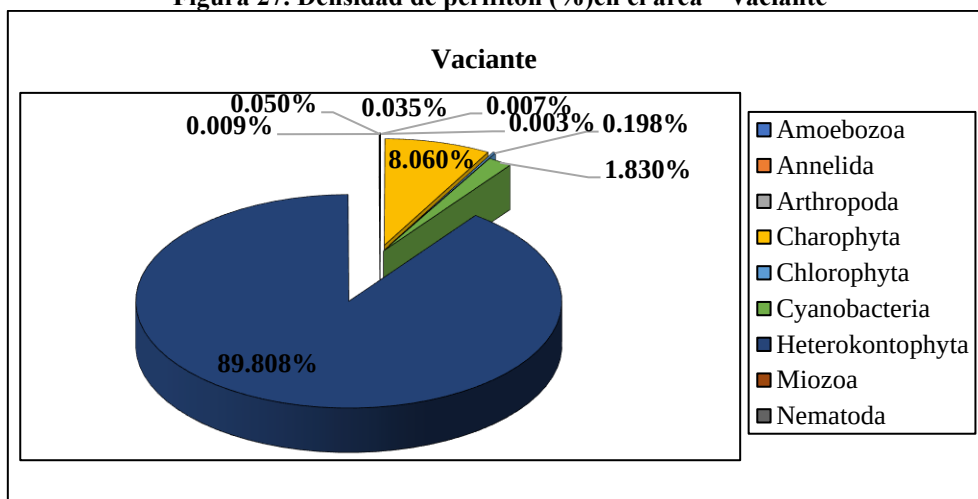
Elaboración propia.

Figura 26. Densidad de perifiton (%) en el área de- Creciente



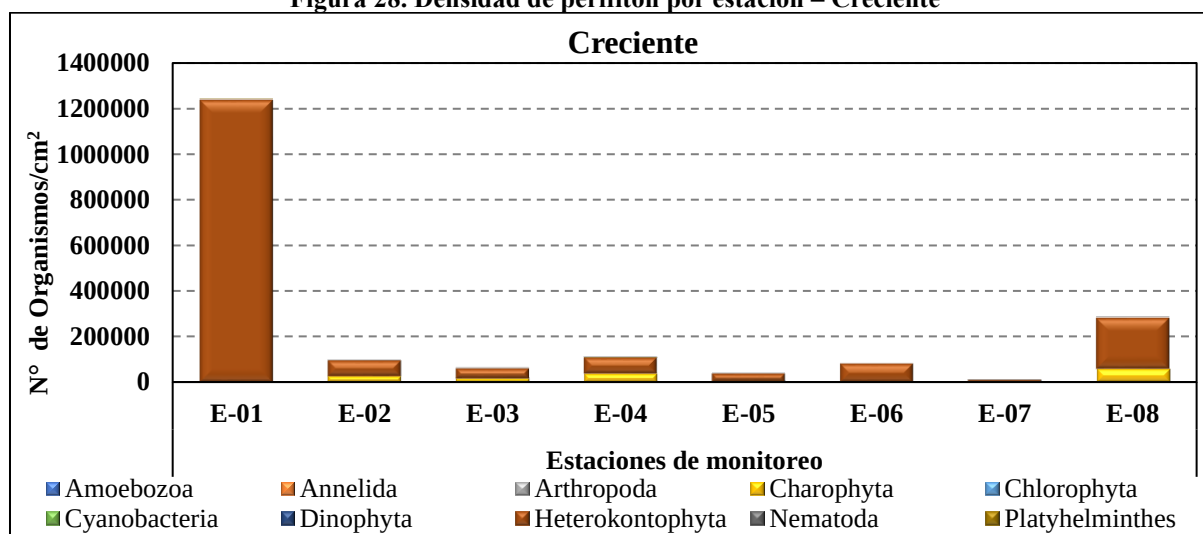
Elaboración propia.

Figura 27. Densidad de perifiton (%) en el área – Vaciante



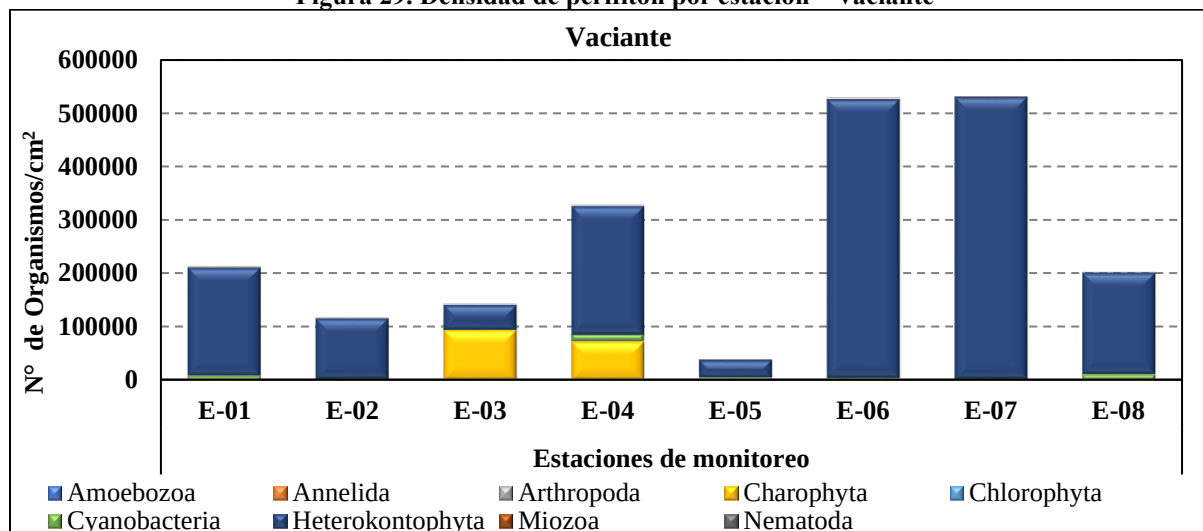
Elaboración propia.

Figura 28. Densidad de perifiton por estación – Creciente



Elaboración propia.

Figura 29. Densidad de perifiton por estación – Vaciante



Elaboración propia.

Estructura de la comunidad

Según Shannon-Wiener (H'), las estaciones monitoreadas durante la creciente presentaron una diversidad que osciló de baja a alta, resultados esperados tomando en cuenta los valores de equidad reportados. A nivel de estaciones el máximo valor de diversidad fue reportado en la estación E-07 con 3.15 bits/individuos, debido a una distribución homogénea de la abundancia registrada, lo cual es confirmado por los índices de Simpson ($1-D=0.87$) y de Equidad ($J=0.85$); mientras que, el mínimo valor de diversidad fue reportado en la estación E-06 con 0.44 bits/individuos debido a la marcada dominancia de la especie *Fragilaria* sp. (Heterokontophyta), la cual representa el 93.92 % de la abundancia total, estos resultados se verían reflejados en los índices de Simpson ($1-D$) con 0.21 probits/individuo y de Equidad ($J=0.11$), (Tabla 21).

De manera similar, las estaciones monitoreadas durante la vaciante presentaron una diversidad que osciló de baja a alta, resultados esperados tomando en cuenta los valores de Equidad registrados. A nivel de estaciones el máximo valor de diversidad fue reportado en la estación E-06 con 3.22 bits/individuos, debido a una distribución homogénea de la abundancia registrada, lo cual es confirmado por los índices de Simpson ($1-D$) con 0.88 probits/individuo y de Equidad ($J=0.70$); en tanto que, el mínimo valor de diversidad fue reportado en la estación E-03 con 1.37 bits/individuos, resultados confirmados por los bajos valores reportados para los índices de Simpson ($1-D=0.51$) y de Equidad ($J=0.37$), esto podría estar relacionado con la marcada dominancia de la especie *Zygnema* sp. (Charophyta) la cual representa el 63.52 % de la abundancia total (Tabla 22).

Tabla 21: Índices de perifiton por estación – Creciente

Temporada	Estaciones	Número de Individuos (Nº Org./cm²)	Número de Especies	Índices Comunitarios					
				Equidad (J)	Nivel de Equidad (J)	Índice de Simpson (1-D)	Nivel de Simpson (1-D)	Índice de Shannon - Wiener	Nivel de Diversidad Shannon - Wiener
Creciente	E-01	1239145	12	0.35	Media	0.54	Media	1.25	Baja
	E-02	96167	12	0.59	Media	0.74	Alta	2.10	Media
	E-03	61910	16	0.51	Media	0.71	Alta	2.06	Media
	E-04	110090	16	0.59	Media	0.78	Alta	2.37	Media
	E-05	38955	13	0.45	Media	0.53	Media	1.66	Media
	E-06	81982	15	0.11	Baja	0.12	Baja	0.44	Baja
	E-07	11381	13	0.85	Alta	0.87	Alta	3.15	Alta
	E-08	284646	14	0.81	Alta	0.86	Alta	3.09	Alta

Elaboración propia.

Tabla 22: Índices de perifiton por estación – Vaciente

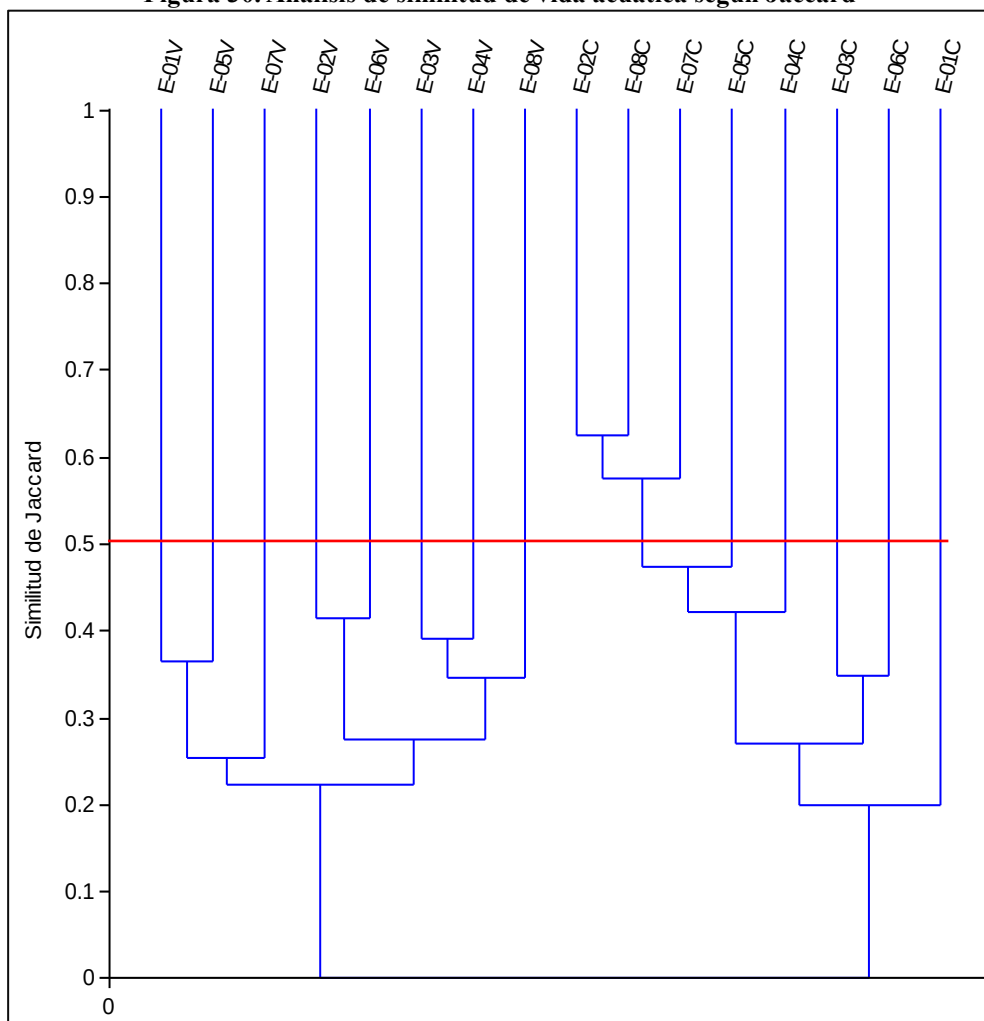
Temporada	Estaciones	Número de Individuos (Nº Org./cm²)	Número de Especies	Índices Comunitarios					
				Equidad (J)	Nivel de Equidad (J)	Índice de Simpson (1-D)	Nivel de Simpson (1-D)	Índice de Shannon - Wiener	Nivel de Diversidad Shannon - Wiener
Vaciente	E-01	211109	14	0.68	Alta	0.80	Alta	2.57	Media
	E-02	115930	17	0.45	Media	0.64	Media	1.83	Media
	E-03	141155	13	0.37	Media	0.51	Media	1.37	Baja
	E-04	325789	12	0.77	Media	0.84	Alta	2.76	Media
	E-05	39201	16	0.56	Media	0.66	Media	2.26	Alta
	E-06	526212	24	0.70	Alta	0.88	Alta	3.22	Alta
	E-07	529919	15	0.20	Baja	0.21	Baja	0.79	Media
	E-08	201629	13	0.83	Alta	0.87	Alta	3.08	Media

Elaboración propia.

Analisis de Similitud de Jaccard

Con la finalidad de determinar el nivel de similitud taxonómica de la comunidad de perifiton, se ejecutó el análisis de presencia-ausencia mediante el coeficiente de Jaccard. Los resultados muestran una marcada diferenciación en la composición ecológica entre ambas temporadas, con valores de similitud general por debajo del 50 %, lo que evidencia un alto recambio de especies (diversidad beta) influenciado por la estacionalidad. La única excepción a este patrón de segregación temporal se registró en la temporada de creciente para las estaciones E-02C y E-08C, las cuales exhibieron una alta afinidad (62 % de similitud), el cual se une formando un tercer cluster con la estación E-07C (55 % de similitud), sugiriendo condiciones hidroambientales localmente homogéneas que favorecen el desarrollo de ensambles algales comunes.

Figura 30. Análisis de similitud de vida acuática según Jaccard



Elaboración propia.

4.3.4. Macroinvertebrados

Estaciones monitoreadas con Red de Surber: Riqueza y abundancia

Con relación a los macroinvertebrados, durante la creciente se registraron 1,305 Individuos/0.27 m² y 22 especies, pertenecientes a tres (03) phylum taxonómicos: Annelida, Arthropoda y Mollusca; en tanto que, durante la vaciante se registraron 1,562 Individuos/0.27 m² y 22 especies, pertenecientes a cuatro (04) phylum taxonómicos: Annelida, Arthropoda, Mollusca y Nematoda. Resultados que estarían evidenciando que, si bien la abundancia varía durante ambas temporadas la composición taxonómica se mantiene constante durante ambas temporadas.

La composición de especies entre taxon durante la creciente fue variable, destacando el phylum Arthropoda con 17 especies (77.27 %), el phylum Annelida con tres (03) especies (13.64 %); en tanto que, el phylum Mollusca fue el menos diverso con dos (02) especies (9.09 %), (Figura 31). De manera similar durante la vaciante la composición fue variable siendo el phylum Arthropoda el más diverso con 17 especies (77.27 %), seguido por los phylum Annelida y Mollusca con dos

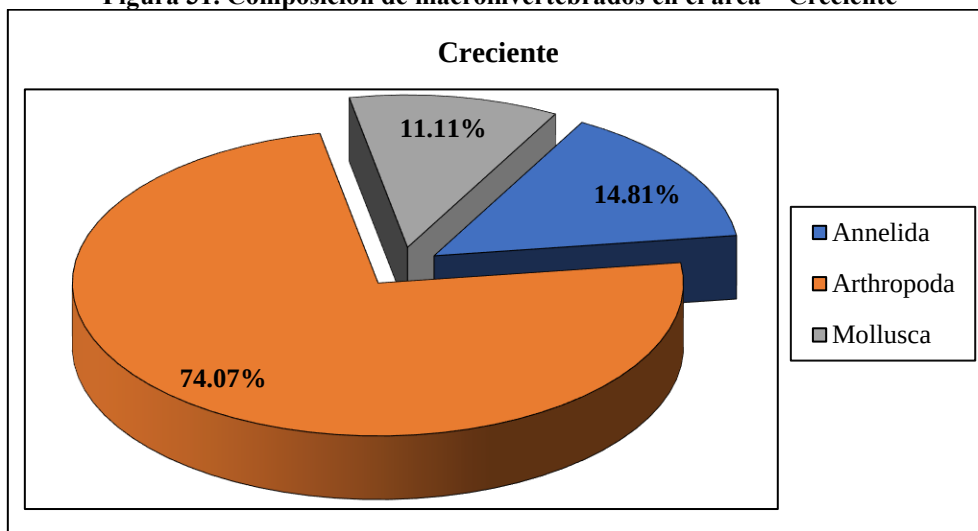
(02) especies (9.09 %); mientras que, el phylum Nematoda fue el menos diverso con una (01) especie (4.55 %), (Figura 32).

A nivel de temporadas (vaciente y creciente), destacó el phylum Arthropoda como el más diverso, resultados esperables puesto que, constituye los phylum más grandes y diversificados del Reino Animal. Respecto a la riqueza reportada en las estaciones durante la vaciente, destacó la estación E-06 con 15 especies; en tanto que, el menor valor de riqueza fue reportado en la estación E-02 con dos (02) especies (Figura 30). Por otro lado, a nivel de estaciones durante la vaciente, destacó el valor reportado en la estación E-01 con 11 especies; mientras que, el menor valor de riqueza fue reportado en la estación E-05 con tres (03) especies cada uno (Figura 33).

En cuanto al análisis de densidad durante la creciente, este presentó una tendencia similar a la de composición, siendo el phylum Arthropoda el más abundante con 1,161 Individuos/0.27 m² (88.97 %), seguido por el phylum Annelida con 104 Organismos/m³ (7.97 %); mientras que, Mollusca fue el phylum menos abundante con 40 Individuos/0.27 m² (3.07 %), (Figura 34). Por otro lado, durante la vaciente, el phylum Arthropoda fue el más abundante con 1,165 Individuos/0.27 m² (74.58 %), seguido por el phylum Mollusca con 178 Individuos/0.27 m² (11.40 %), Annelida con 123 Individuos/0.27 m² (7.87 %); en tanto que, el phylum Nematoda fue el menos abundante con 96 Individuos/0.27 m² (6.15 %), (Figura 35).

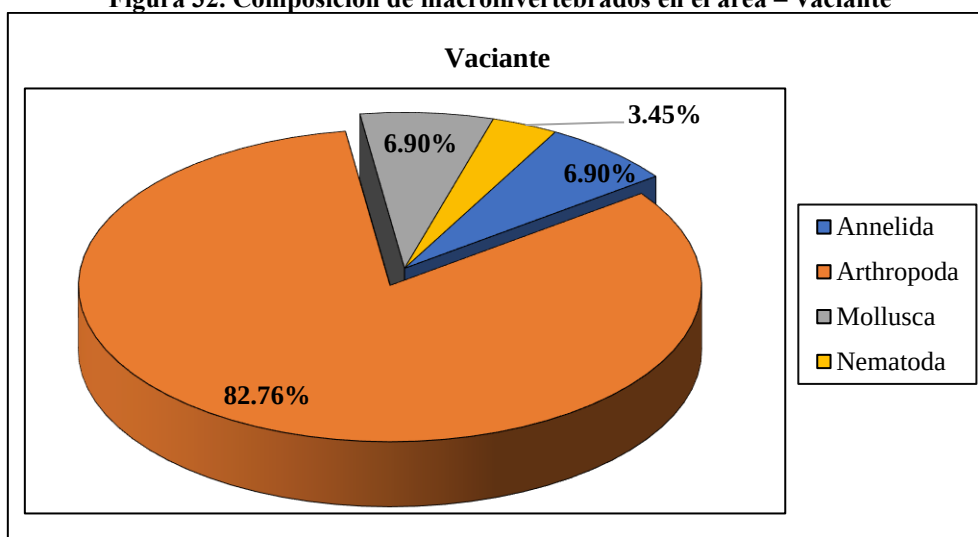
Respecto a la abundancia a nivel de temporadas (vaciente y creciente), destacó el phylum Arthropoda como el más abundante. Por otro lado, a nivel de estaciones durante la creciente, se tiene que, el máximo valor de abundancia fue reportado en la estación E-06 con 648 Individuos/0.27 m², siendo su principal representante *Cricotopus* sp. (Arthropoda) con 163 Individuos/0.27 m²; mientras que, el mínimo valor de abundancia fue reportado en la estación E-02 con 10 Individuos/0.27 m² (Figura 36). Por otro lado, a nivel de estaciones durante la vaciente, el máximo valor de abundancia fue reportado en la estación E-04 con 623 Individuos/0.27 m², siendo su principal aportante la especie indeterminada de la familia Chironomidae (Arthropoda) con 217 Individuos/0.27 m²; en tanto que, el mínimo valor de abundancia fue reportado en la estación E-02 con 15 Individuos/0.27 m², (Figura 37). Estos valores estarían relacionados a las condiciones ambientales y la cantidad de los alimentos (perifiton) presentes en los cuerpos de agua.

Figura 31. Composición de macroinvertebrados en el área – Creciente



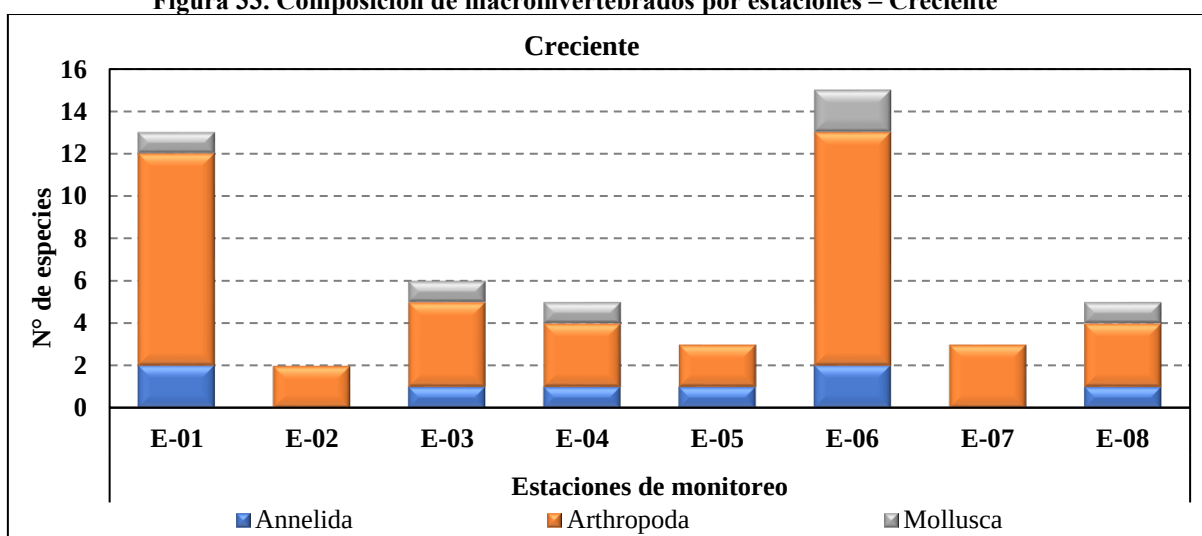
Elaboración propia.

Figura 32. Composición de macroinvertebrados en el área – Vaciente



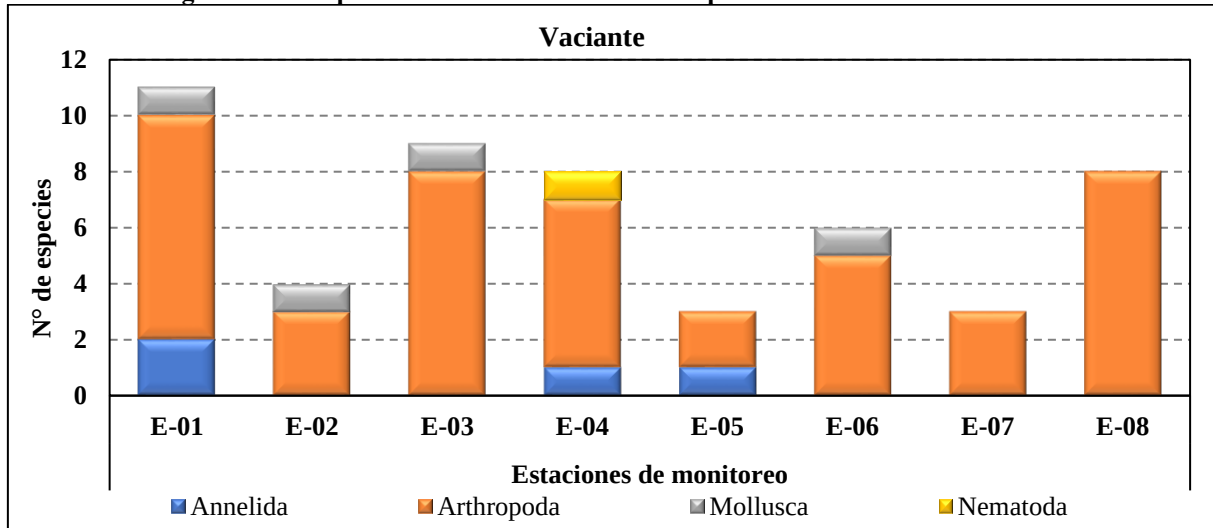
Elaboración propia.

Figura 33. Composición de macroinvertebrados por estaciones – Creciente



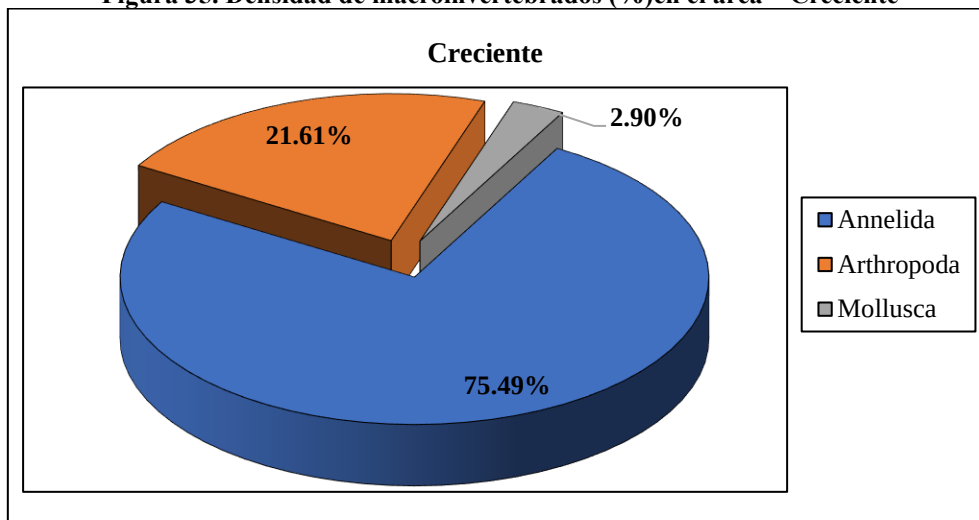
Elaboración propia.

Figura 34. Composición de macroinvertebrados por estaciones – Vaciente



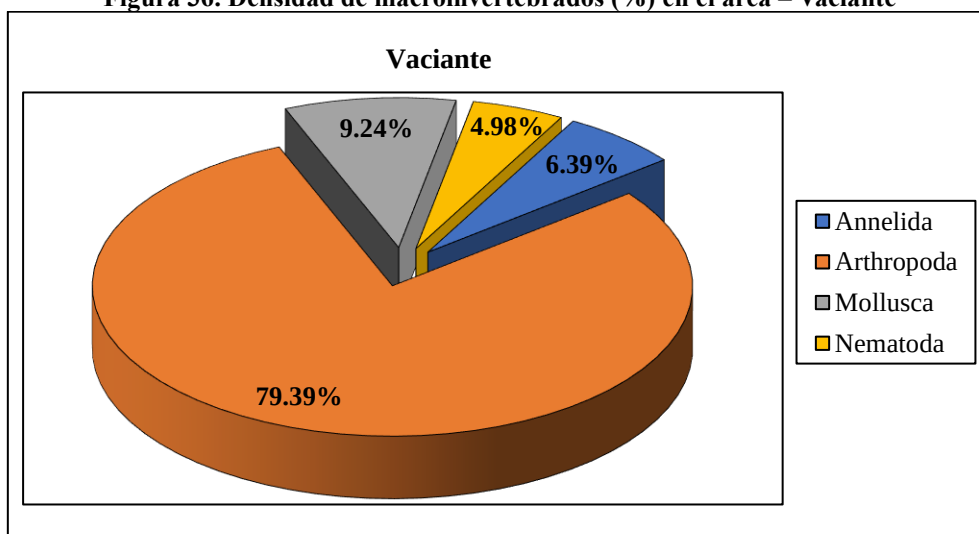
Elaboración propia.

Figura 35. Densidad de macroinvertebrados (%) en el área – Creciente



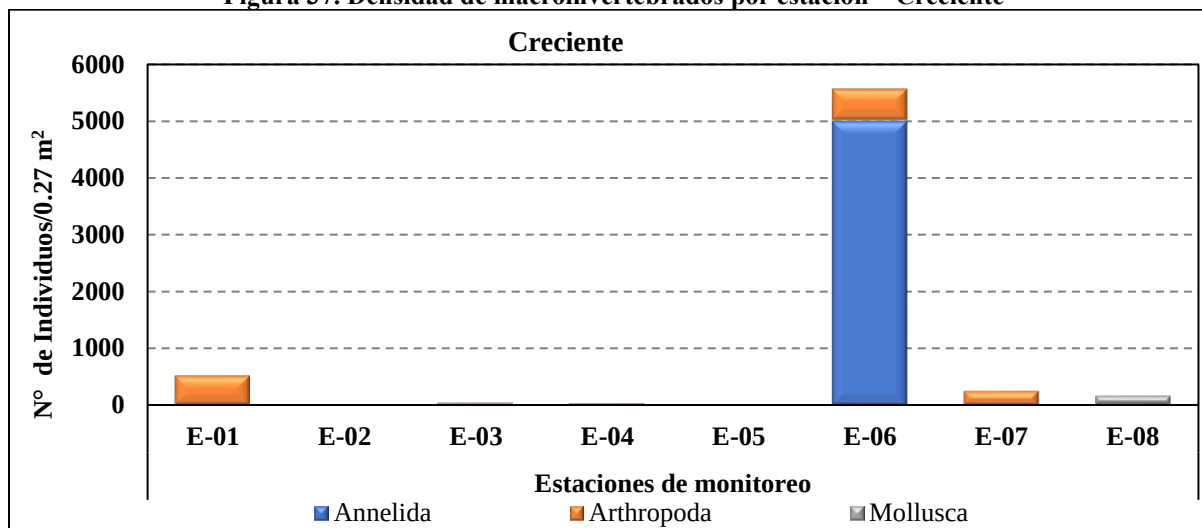
Elaboración propia.

Figura 36. Densidad de macroinvertebrados (%) en el área – Vaciente



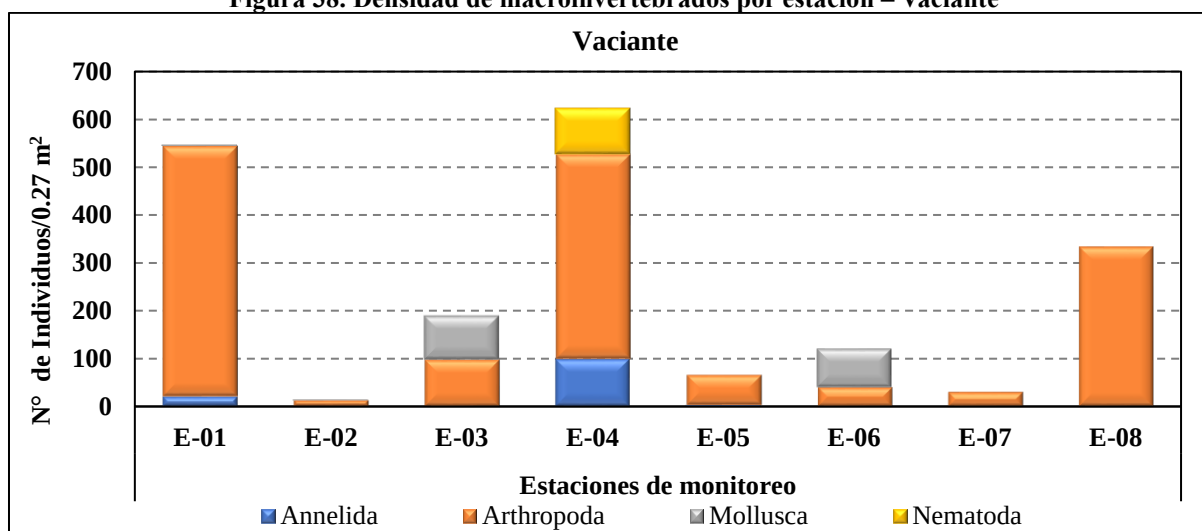
Elaboración propia.

Figura 37. Densidad de macroinvertebrados por estación – Creciente



Elaboración propia.

Figura 38. Densidad de macroinvertebrados por estación – Vaciente



Elaboración propia.

Estaciones monitoreadas con Draga: Riqueza y abundancia

Con relación a la comunidad de macroinvertebrados en las estaciones E-07 y E-08 en la laguna Piticocha durante la creciente se registraron 432 Individuos/0.045 m² y 7 especies, pertenecientes a tres (03) phylum taxonómicos: Annelida, Arthropoda y Mollusca; en tanto que, durante la vaciante se registraron 364 Individuos/0.045 m² y 11 especies, pertenecientes a un (01) phylum taxonómico, siendo este Arthropoda. Resultados que estarían evidenciando que, si bien la abundancia varía durante ambas temporadas la composición taxonómica se mantiene constante durante ambas temporadas.

La composición de especies entre taxon durante la creciente fue variable, siendo el phylum Arthropoda el más diverso con cinco (05) especies (71.43 %), seguido por los phylum Annelida y Mollusca con una (01) especie (14.29 %), (Figura 39). Por otro lado, durante la vaciante la

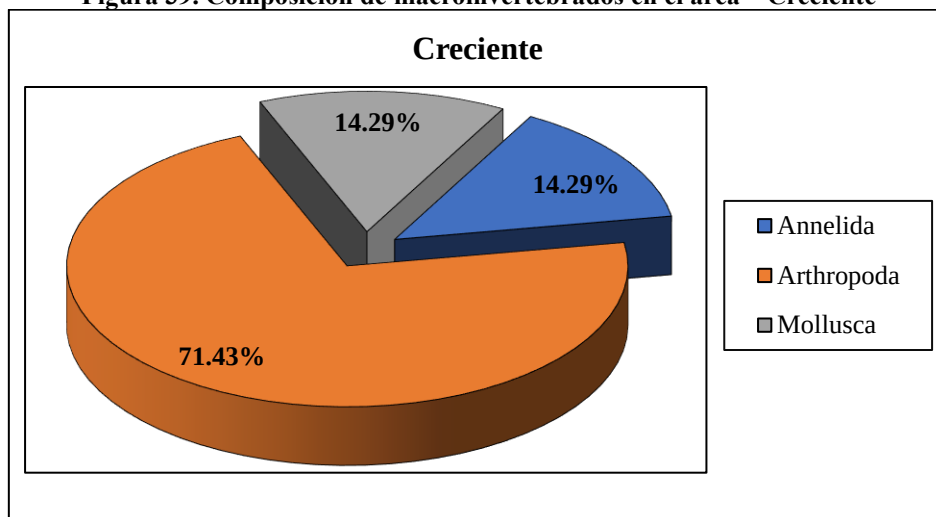
composición estuvo representada únicamente por el phylum Arthropoda representando el 100 % de la composición (Figura 40).

A nivel de temporadas (vaciante y creciente), destacó el phylum Arthropoda como el más diverso, resultados esperables puesto que, constituye los phylum más grandes y diversificados del Reino Animal. Respecto a la riqueza reportada a nivel de estaciones durante la vaciante, el máximo valor fue reportado en la estación E-08 con cinco (05) especies; en tanto que, el mínimo valor de riqueza fue reportado en la estación E-07 con tres (03) especies (Figura 41). Por otro lado, a nivel de estaciones durante la vaciante, destacó el valor reportado en la estación E-08 con ocho (08) especies; mientras que, el mínimo valor de riqueza fue reportado en la estación E-07 con tres (03) especies cada uno (Figura 42).

En cuanto al análisis de densidad durante la creciente, este presentó una tendencia similar a la de composición, siendo el phylum Arthropoda el más abundante con 267 Individuos/0.045 m² (63.89 %), seguido por el phylum Mollusca con 153 Individuos/0.045 m² (35.42 %); mientras que, Annelida fue el phylum menos abundante con tres (03) Individuos/0.045 m² (0.69 %), (Figura 40). Por otro lado, durante la vaciante, el phylum Arthropoda fue el único aportante representando el 100 % de la densidad con 364 Individuos/0.045 m² (Figura 43).

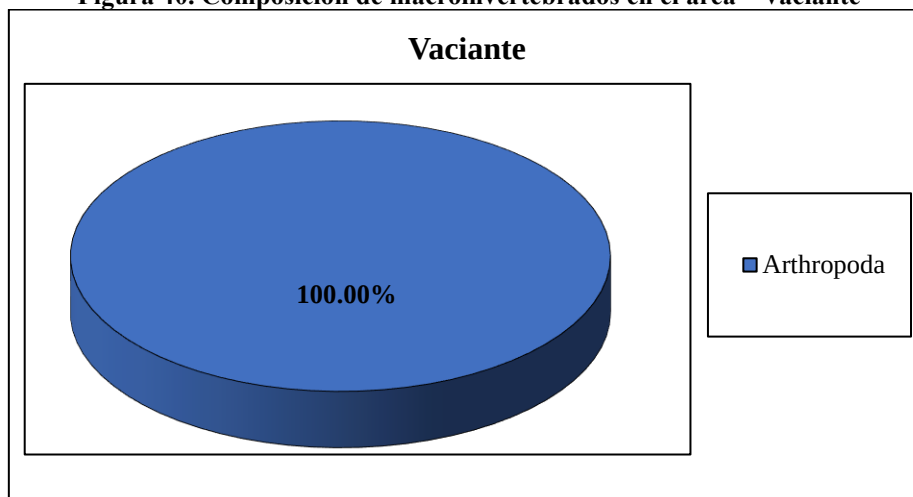
Respecto a la abundancia a nivel de temporadas (vaciante y creciente), destacó el phylum Arthropoda como el más abundante. Por otro lado, a nivel de estaciones durante la creciente, se tiene que, el máximo valor de abundancia fue reportado en la estación E-07 con 255 Individuos/0.045 m², siendo su principal representante la especie indeterminada del orden Podocopida con 216 Individuos/0.045 m²; mientras que, el mínimo valor de abundancia fue reportado en la estación E-08 con 177 Individuos/0.045 m² (Figura 44). Por otro lado, a nivel de estaciones durante la vaciante, el máximo valor de abundancia fue reportado en la estación E-08 con 334 Individuos/0.045 m², siendo su principal aportante la especie *Austrelmis* sp. con 92 Individuos/0.045 m²; en tanto que, el mínimo valor de abundancia fue reportado en la estación E-07 con 30 Individuos/0.045 m², (Figura 45). Estos valores estarían relacionados a las condiciones ambientales y la cantidad de los alimentos (perifiton) presentes en los cuerpos de agua.

Figura 39. Composición de macroinvertebrados en el área – Creciente



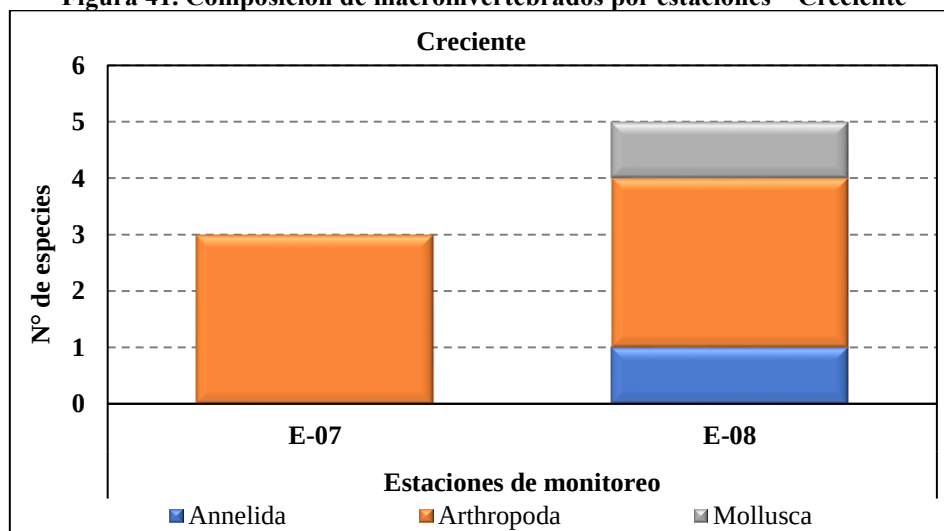
Elaboración propia.

Figura 40. Composición de macroinvertebrados en el área – Vaciente



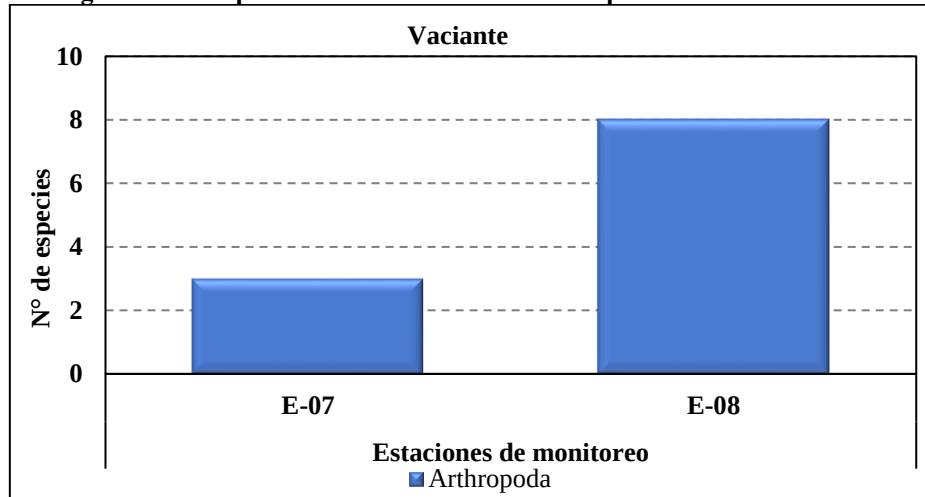
Elaboración propia.

Figura 41. Composición de macroinvertebrados por estaciones – Creciente



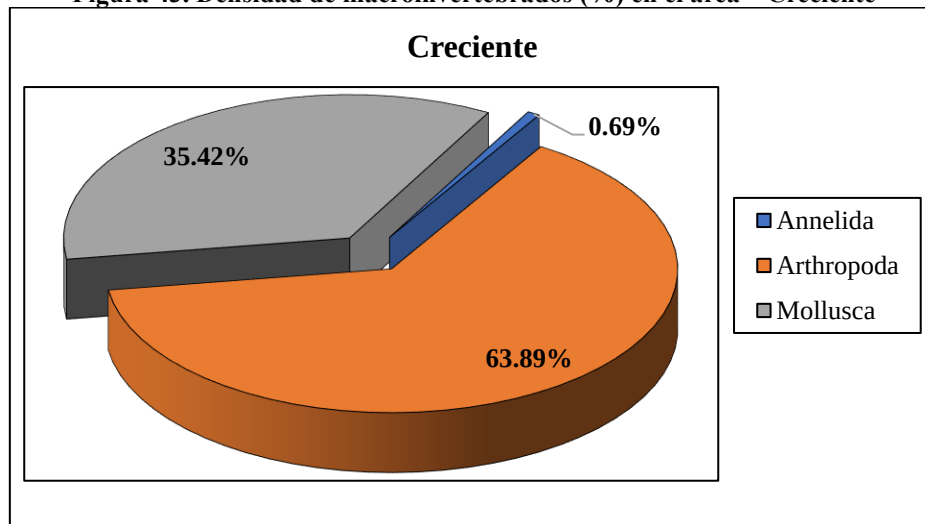
Elaboración propia.

Figura 42. Composición de macroinvertebrados por estaciones – Vaciente



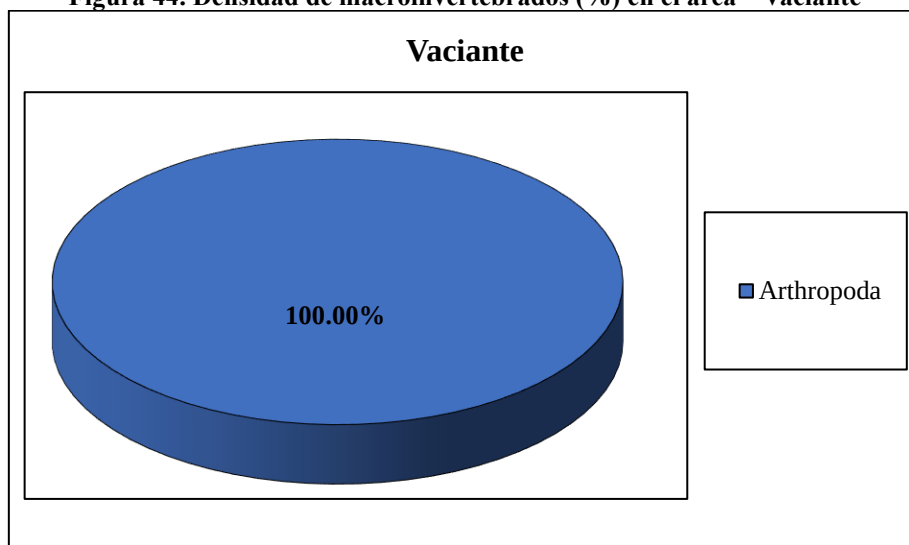
Elaboración propia.

Figura 43. Densidad de macroinvertebrados (%) en el área – Creciente



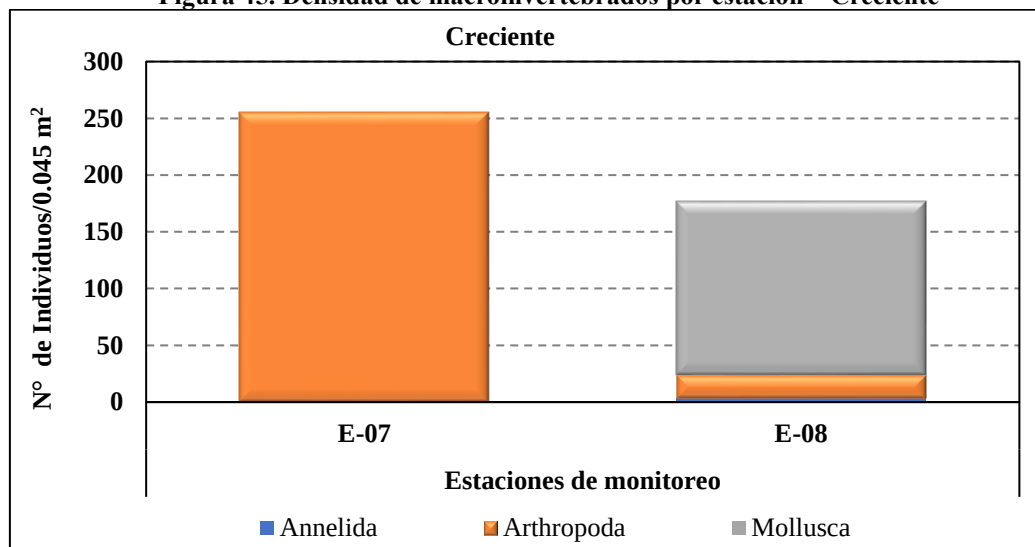
Elaboración propia.

Figura 44. Densidad de macroinvertebrados (%) en el área – Vaciente



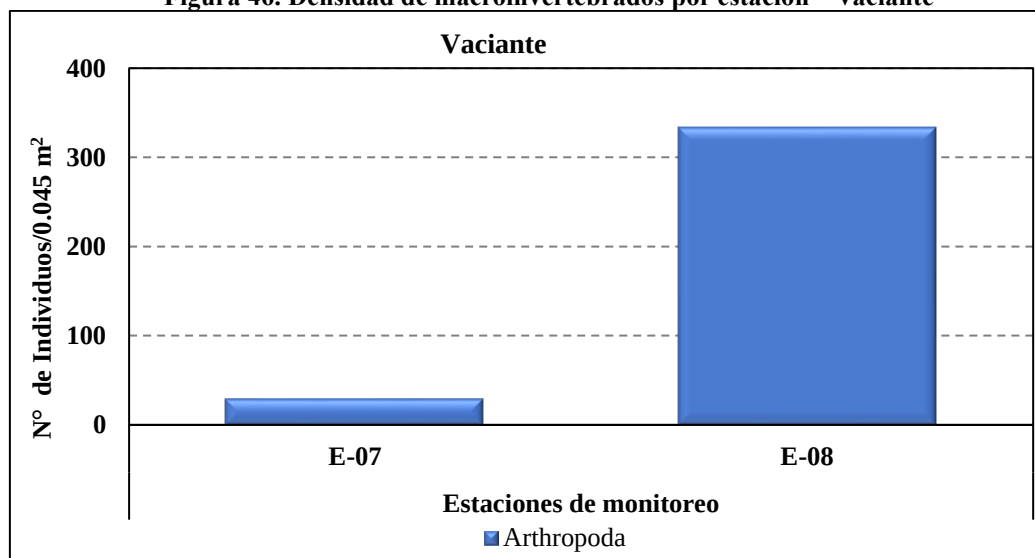
Elaboración propia.

Figura 45. Densidad de macroinvertebrados por estación – Creciente



Elaboración propia.

Figura 46. Densidad de macroinvertebrados por estación – Vaciante



Elaboración propia.

Estructura de la comunidad

Según Shannon-Wiener (H'), las estaciones monitoreadas durante la creciente presentaron una diversidad que osciló de baja a media, resultados esperados tomando en cuenta los valores de equidad reportados. A nivel de estaciones el máximo valor de diversidad fue reportado en la estación E-01 con 2.33 bits/individuo, debido a una distribución homogénea de la abundancia registrada, lo cual es confirmado por los índices de Simpson (1-D) con 0.75 probits/individuo y de Equidad ($J=0.63$); mientras que, el mínimo valor de diversidad fue reportado en la estación E-06 con 0.75 bits/individuos debido a la marcada dominancia de *Helobdella* sp. (Annelida), la cual representa el 89.90% de la abundancia total, estos resultados se verían reflejados en los índices de Simpson (1-D) con 0.19 probits/individuo y de Equidad ($J=0.19$), (Tabla 23).

De manera similar, las estaciones monitoreadas durante la vaciante presentaron una diversidad que osciló de baja a media, resultados esperados tomando en cuenta los valores de equidad registrados. A nivel de estaciones el máximo valor de diversidad fue reportado en la estación E-08 con 2.75 bits/individuos, debido a una distribución homogénea de la abundancia registrada, lo cual es confirmado por los índices de Simpson (1-D) con 0.83 probits/individuo y de Equidad ($J=0.93$); en tanto que, el mínimo valor de diversidad fue reportado en la estación E-05 con 1.21 bits/individuos, resultados confirmados por los bajos valores reportados para los índices de Simpson ($1-D=0.54$) y de Equidad ($J=0.77$), esto podría estar relacionado con la marcada dominancia de la especie *Cricotopus* sp. (Arthropoda), la cual representa el 53.03 % de la abundancia total (Tabla 24).

Tabla 23: Índices de macroinvertebrados por estación – Creciente

Temporada	Estaciones	Número de Individuos	Número de Especies	Índices Comunitarios					Nivel de Diversidad Shannon - Wiener
				Equidad (J)	Nivel de Equidad (J)	Índice de Simpson (1-D)	Nivel de Simpson (1-D)	Índice de Shannon - Wiener	
Creciente	E-01	529	13	0.63	Media	0.75	Alta	2.33	Media
	E-02	10	2	0.88	Alta	0.42	Media	0.88	Baja
	E-03	59	6	0.83	Alta	0.74	Alta	2.15	Media
	E-04	46	5	0.89	Alta	0.74	Alta	2.06	Media
	E-05	13	3	0.96	Alta	0.64	Media	1.53	Baja
	E-06	5562	15	0.19	Baja	0.19	Baja	0.75	Baja
	E-07	255	3	0.49	Media	0.27	Baja	0.77	Baja
	E-08	177	5	0.35	Media	0.25	Baja	0.82	Baja

Elaboración propia.

Tabla 24: Índices de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciente

Temporada	Estaciones	Número de Individuos	Número de Especies	Índices Comunitarios					Nivel de Diversidad Shannon - Wiener
				Equidad (J)	Nivel de Equidad (J)	Índice de Simpson (1-D)	Nivel de Simpson (1-D)	Índice de Shannon - Wiener	
Vaciente	E-01	547	11	0.73	Alta	0.77	Alta	2.52	Media
	E-02	15	4	0.62	Media	0.44	Media	1.24	Baja
	E-03	190	9	0.72	Alta	0.71	Alta	2.30	Media
	E-04	623	8	0.78	Alta	0.77	Alta	2.33	Media
	E-05	66	3	0.77	Alta	0.54	Media	1.21	Baja
	E-06	121	6	0.58	Media	0.51	Media	1.51	Baja
	E-07	30	3	0.98	Alta	0.65	Media	1.55	Media
	E-08	334	8	0.92	Alta	0.83	Alta	2.75	Media

Elaboración propia.

Analisis de Similitud de Jaccard

Con la finalidad de determinar el nivel de similitud taxonómica de la comunidad de perifiton, se ejecutó el análisis de presencia-ausencia mediante el coeficiente de Jaccard. Los resultados muestran una marcada diferenciación en la composición ecológica entre ambas temporadas, con valores de similitud general por debajo del 50 %, lo que evidencia un alto recambio de especies (diversidad beta) influenciado por la estacionalidad.

Las únicas excepciones a este patrón de segregación temporal se registraron en la temporada de vaciante para las estaciones E-03V y E-06V, las cuales exhibieron una alta afinidad (68 % de similitud), y en la zona creciente para las estaciones E-03C y E-04C (85 % de similitud) y E-06C y E-01C (65 % de similitud), sugiriendo condiciones hidroambientales localmente homogéneas que favorecen el desarrollo de ensamblajes algales comunes.

La Figura 47 corresponde a los datos tomados en las estaciones monitoreadas con Red de Surber y la Figura 48 corresponde a los datos tomados en las estaciones monitoreadas con Draga.

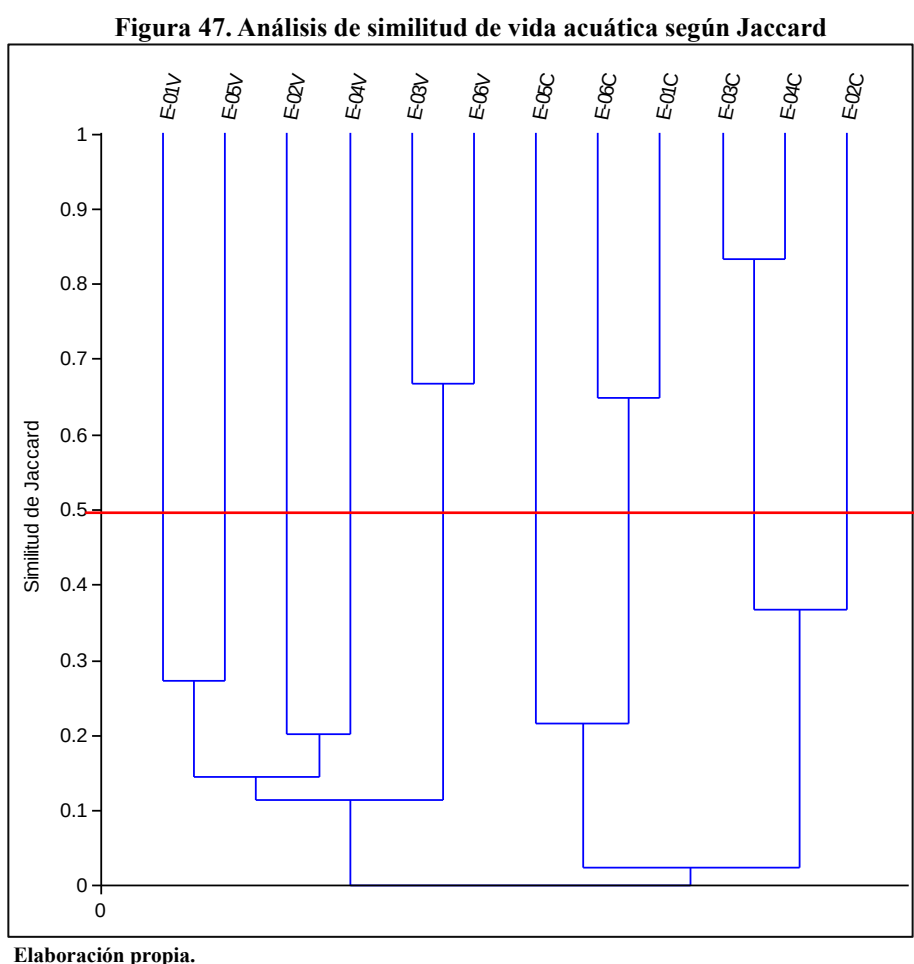
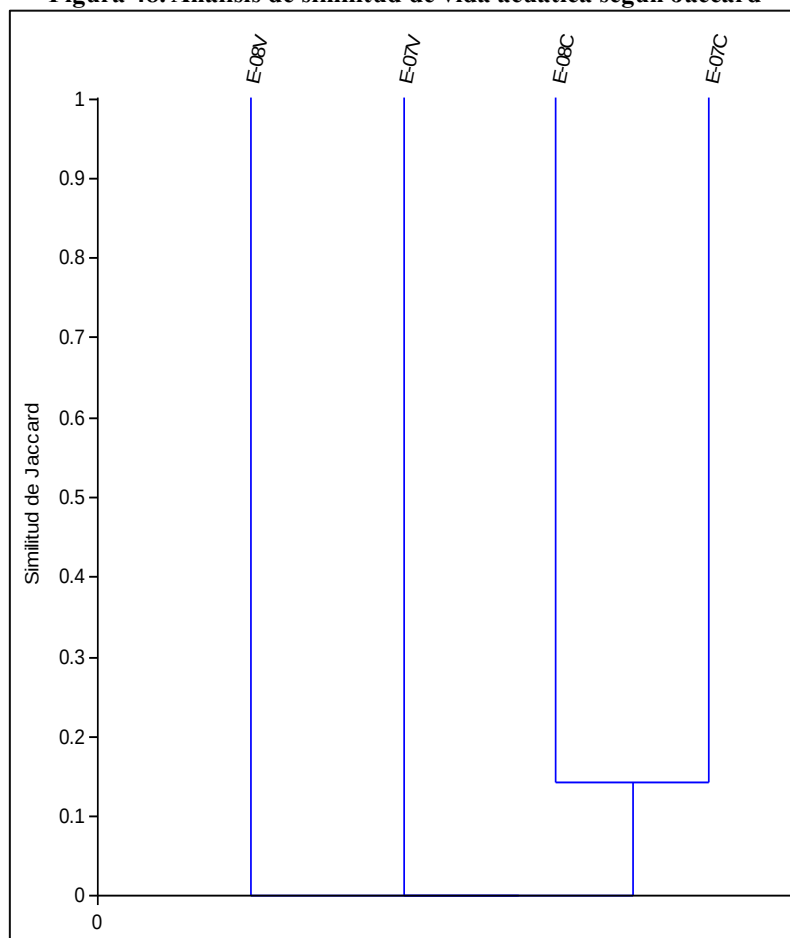


Figura 48. Análisis de similitud de vida acuática según Jaccard



Elaboración propia.

4.3.5. Necton

Riqueza y abundancia

En el presente monitoreo se capturó dos (02) individuos de *O. mykiss* “trucha”, reportados en las estaciones E-03 y E-06. Con relación al factor de condición promedio de los peces, este fue de 1.00. Cabe mencionar que, durante la pesca realizada durante la creciente y vaciente no se logro pescar en ninguna de las estaciones, por lo que, se realizo un tercer ingreso a la laguna solo para la pesca, es por ello que los datos serán considerados de manera general.

Tabla 25: Riqueza, abundancia y medidas biométricas de peces

Estación	Nº de Individuo	Especie	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de Condición	Factor de Condición Promedio
E-03	1	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	22	105	1.0	1.0
E-06	1		21	95	1.0	1.0

Elaboración propia

Metales en tejidos

En la Tabla 26 se observa que las concentraciones de metales en el tejido de *O. mykiss* “trucha arcoíris” colectada en la laguna Piticocha en las estaciones E-03 y E-06, se encuentran por fuera de los Límites Permisibles de la Canadian Food Inspection Agency (CFIA, 2020) y fuera de los límites permisibles establecidos por el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), (Anexo I: Informe de Ensayo).

Tabla 26: Contenido de metales en tejido de peces

Parámetro	Límite de detección	Unidades	E-03	E-06	CFIA (Tejido)	SANIPES
Arsénico (As)	0.04	mg/Kg	3.00	3.00	≤ 3.5	-
Cadmio (Cd)	0.01	mg/Kg	< 0.30	< 0.30	-	0.05
Cromo (Cr)	0.01	mg/Kg	<1.00	<1.00	-	-
Cobre (Cu)	0.02	mg/Kg	<1.00	<1.00	-	-
Hierro (Fe)	0.3	mg/Kg	<10.00	<10.00	-	-
Mercurio (Hg)	0.004	mg/Kg	<3.00	<3.00	≤ 0.5	0.5
Manganeso (Mn)	0.05	mg/Kg	<0.30	0.43	-	-
Níquel (Ni)	0.01	mg/Kg	<2.00	<2.00	-	-
Plomo (Pb)	0.01	mg/Kg	<3.00	<3.00	≤ 0.5	0.3
Selenio (Se)	0.02	mg/Kg	<7.00	<7.00	-	-
Zinc (Zn)	0.12	mg/Kg	4.70	9.01	-	-
Plata (Ag)	0.01	mg/Kg	<0.70	<0.70	-	-
Aluminio (Al)	0.20	mg/Kg	<7.00	<7.00	-	-
Bario (Ba)	0.01	mg/Kg	<0.30	<0.30	-	-
Berilio (Be)	0.02	mg/Kg	<0.10	<0.10	-	-
Calcio (Ca)	1.33	mg/Kg	269.94	336.32	-	-
Cobalto (Co)	0.02	mg/Kg	<1.00	<1.00	-	-
Potasio (K)	0.92	mg/Kg	4767.12	5003.80	-	-
Magnesio (Mg)	0.79	mg/Kg	248.93	283.82	-	-
Sodio (Na)	0.96	mg/Kg	2842.22	2547.56	-	-
Molibdeno (Mo)	0.01	mg/Kg	<1.00	<1.00	-	-
Antimonio (Sb)	0.03	mg/Kg	<3.00	<3.00	-	-
Estroncio (Sr)	0.03	mg/Kg	0.39	0.54	-	-
Vanadio (V)	0.05	mg/Kg	<1.00	<1.00	-	-
Talio (Tl)	0.003	mg/Kg	<0.30	<0.30	-	-
Fosforo (P)	6.00	mg/Kg	2661.46	2265.46	-	-

Elaboración propia.

Leyenda:

CFIA: Canadian Food Inspection Agency.

4.4. Determinación de la calidad de agua

4.4.1. Índice BMWP/Col

En las Tablas 27 y 28 se aprecia la categorización de las estaciones de acuerdo con el índice BMWP/Col para las estaciones ubicadas en la laguna Piticocha durante la vaciante y creciente. En ese sentido durante la creciente los valores oscilaron entre 9 y 41, calificando el agua de las estaciones E-01 y E-06 como de calidad dudosa, el agua de las estaciones E-03 y E-08 como de calidad crítica y el agua de las estaciones E-02, E-04, E-05 y E-07 como de calidad muy crítica. Respecto a la vaciante los valores oscilaron entre 14 y 28, calificando el agua de las estaciones E-01, E-03, E-04, E-06 y E-08 como de calidad crítica; mientras que, las estaciones E-02, E-05 y E-07 calificaron como de calidad muy crítica. Respecto a este índice, es preciso indicar que este corresponde a una adaptación realizada para Colombia del índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party Score), por lo que los resultados obtenidos deben ser tomados como referenciales y no necesariamente reflejarían la realidad de la calidad de agua.

Tabla 27: Índices BMWP/Col registrados por estación de monitoreo – Creciente

Estaciones de Muestreo	BMWP/Col	Clase	Calidad de Agua
E-01	41	III	Dudosa
E-02	9	V	Muy crítica
E-03	20	IV	Crítica
E-04	14	V	Muy crítica
E-05	12	V	Muy crítica
E-06	39	III	Dudosa
E-07	14	V	Muy crítica
E-08	20	IV	Crítica

Elaboración propia.

Tabla 28: Índices BMWP/Col registrados por estación de monitoreo – Vaciante

Estaciones de Muestreo	BMWP/Col	Clase	Calidad de Agua
E-01	21	IV	Crítica
E-02	14	V	Muy crítica
E-03	19	IV	Crítica
E-04	25	IV	Crítica
E-05	12	V	Muy crítica
E-06	19	IV	Crítica
E-07	14	V	Muy crítica
E-08	28	IV	Crítica

Elaboración propia.

4.4.2. Índice IBF

En la Tablas 29 y 30 se aprecia la categorización de las estaciones de acuerdo con el índice IBF, para las estaciones ubicadas en la laguna Piticocha durante la vaciante y creciente. En ese sentido durante la creciente los valores oscilaron entre 0.66 y 9.71, calificando el agua de la estación E-07 como de excelente calidad, el agua de la estación E-02 como de buena calidad, el agua de la estación E-03 como de calidad relativamente mala, el agua de la estación E-04 como de calidad regular; mientras que, el agua de las estaciones E-01, E-05, E-06 y E-08 calificaron como de calidad muy mala. Por otro lado, durante la vaciante los valores oscilaron entre 1.87 y 6.95, calificando el agua de la estación E-07 como de excelente calidad, el agua de la estación E-08 como de buena calidad, el agua de la estación E-04 como de calidad regular, el agua de las estaciones E-01, E-02, E-03 y E-06 como de mala calidad; en tanto que, el agua de la estación E-05 calificó como de muy mala calidad.

Tabla 29: Índices de IBF registrados por estación de monitoreo – Creciente

Estaciones de Muestreo	IBF	Clase	Calidad de Agua
E-01	7.26	VII	Muy mala
E-02	4.90	III	Buena
E-03	5.59	V	Relativamente mala
E-04	5.07	IV	Regular
E-05	8.00	VII	Muy mala
E-06	9.71	VII	Muy mala
E-07	0.66	I	Excelente
E-08	7.76	VII	Muy mala

Elaboración propia.

Tabla 30: Índices de IBF registrados por estación de monitoreo – Vaciente

Estaciones de Muestreo	IBF	Clase	Calidad de Agua
E-01	6.97	VI	Mala
E-02	6.80	VI	Mala
E-03	6.55	VI	Mala
E-04	5.75	IV	Regular
E-05	7.56	VII	Muy mala
E-06	6.95	VI	Mala
E-07	1.87	I	Excelente
E-08	4.31	III	Buena

Elaboración propia.

4.4.3. Índice EPT%

En las Tablas 31 y 32 se aprecia la aplicación del índice EPT, el cual utiliza tres (03) órdenes de bentos Ephemeroptera (E), Plecoptera (P) y Trichoptera (T), para las estaciones ubicadas en la laguna Piticocha durante la vaciante y creciente. En ese sentido, durante la creciente los valores oscilaron entre 0.00 y 0.19, calificando el agua de todas las estaciones (E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07 y E-08) como de mala calidad. Por otro lado, durante la vaciante, los valores oscilaron entre 0.00 y 31.19, calificando el agua de la estación E-08 como de calidad regular; mientras que, el agua de las estaciones E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06 y E-07 calificaron como de mala calidad; en ese sentido los resultados bajos están relacionados con la ausencia y/o escasez de los organismos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.

Tabla 31: Índices de EPT (%) registrados por estación de monitoreo – Creciente

Estaciones de Muestreo	EPT (%)	Calidad de Agua
E-01	0.19	Mala
E-02	0.00	Mala
E-03	0.00	Mala
E-04	0.00	Mala
E-05	0.00	Mala
E-06	0.00	Mala
E-07	0.00	Mala
E-08	0.00	Mala

Elaboración propia.

Tabla 32: Índices de EPT (%) registrados por estación de monitoreo – Vaciante

Estaciones de Muestreo	EPT (%)	Calidad de Agua
E-01	0.00	Mala
E-02	0.00	Mala
E-03	0.00	Mala
E-04	0.00	Mala
E-05	0.00	Mala
E-06	0.00	Mala
E-07	0.00	Mala
E-08	31.19	Regular

Elaboración propia.

4.4.4. Índice 1-GOLD

Según la tabla 33 y 34 el índice 1-GOLD, el cual utiliza tres (03) órdenes de macroinvertebrados bentónicos pertenecientes a Gasteropoda (G), Oligochaeta (OL) y Diptera (D), para las estaciones ubicadas en la laguna Piticocha durante la vaciante y creciente. En ese sentido, durante la creciente los valores oscilaron entre 0.00 y 0.70, calificando el agua de las estaciones E-01 y E-02 como de

excelente calidad, el agua de las estaciones E-04 y E-05 como de buena calidad, el agua de la estación E-03 como de calidad moderada; mientras que, el agua de las estaciones E-06, E-07 y E-08 calificaron como de mala calidad. De manera similar ocurrió durante la vaciante donde los valores oscilaron entre 0.00 y 0.62, calificando el agua de las estaciones E-01 y E-05 como de excelente calidad, el agua de las estaciones E-02, E-03, E-04, E-06 y E-08 como de calidad moderada; mientras que, el agua de la estación E-07 calificó como de calidad pobre; estos resultados se deberían a la presencia de organismos pertenecientes a los taxones Oligochaeta (OL), Diptera (D) y Gasteropoda (G).

Tabla 33: Índices de 1-GOLD registrados por estación de monitoreo – Creciente

Estaciones de Muestreo	1-GOLD	Calidad del Agua
E-01	0.63	Excelente
E-02	0.70	Excelente
E-03	0.36	Moderada
E-04	0.39	Buena
E-05	0.46	Buena
E-06	0.07	Mala
E-07	0.00	Mala
E-08	0.00	Mala

Elaboración propia.

Tabla 34: Índices de 1-GOLD registrados por estación de monitoreo – Vaciante

Estaciones de Muestreo	1-GOLD	Calidad del Agua
E-01	0.62	Excelente
E-02	0.27	Moderada
E-03	0.38	Moderada
E-04	0.35	Moderada
E-05	0.53	Excelente
E-06	0.22	Moderada
E-07	0.00	Pobre
E-08	0.25	Moderada

Elaboración propia.

4.4.5. Índice EPT/CA

En las Tablas 35 y 36 se aprecia la aplicación del índice EPT/CA, el cual utiliza tres (03) órdenes de bentos Ephemeroptera (E), Plecoptera (P) y Trichoptera (T), una familia correspondiente a Chironomidae (C) y un phylum correspondiente a Annelida (A), para las estaciones ubicadas en la laguna Piticocha durante la vaciante y creciente. En ese sentido, durante la creciente los valores fueron igual a 0.00, calificando el agua de todas las estaciones (E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07 y E-08) como ambientes perturbados. Por otro lado, durante la vaciante, los valores

oscilaron entre 0.00 y 0.63, calificando el agua de la estación E-08 como un ambiente no perturbado; mientras que, el agua de las estaciones E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06 y E-07 calificaron como ambientes perturbados; en ese sentido, los bajos resultados se deben a la ausencia y/o escasez de los organismos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera y a la presencia de organismos pertenecientes a la familia Chironomidae y Annelida, los cuales son tolerantes a la contaminación.

Tabla 35: Índices de EPT/CA registrados por estación de monitoreo – Creciente

Estaciones de Muestreo	EPT/CA	Calidad del Agua
E-01	0.00	Ambientes perturbados
E-02	0.00	Ambientes perturbados
E-03	0.00	Ambientes perturbados
E-04	0.00	Ambientes perturbados
E-05	0.00	Ambientes perturbados
E-06	0.00	Ambientes perturbados
E-07	0.00	Ambientes perturbados
E-08	0.00	Ambientes perturbados

Elaboración propia.

Tabla 36: Índices de zooplancton registrados por estación de monitoreo – Vaciante

Estaciones de Muestreo	EPT/CA	Calidad del Agua
E-01	0.00	Ambientes perturbados
E-02	0.00	Ambientes perturbados
E-03	0.00	Ambientes perturbados
E-04	0.00	Ambientes perturbados
E-05	0.00	Ambientes perturbados
E-06	0.00	Ambientes perturbados
E-07	0.00	Ambientes perturbados
E-08	0.63	Ambiente no perturbado

Elaboración propia.

4.4.6. Índice Diatómico General (IDG)

En las Tablas 37 y 38 se muestra la calidad del agua según el índice Diatómico General (IDG), que se basa en las respuestas de las diatomeas a diferentes grados de polución; para las estaciones ubicadas en la laguna Piticocha durante la vaciante y creciente. En ese sentido, durante la creciente los valores oscilaron entre 2.61 y 4.45, calificando el agua de la estación E-07 como de calidad biológica optima, el agua de las estaciones E-01 y E-08 como de calidad normal, el agua de las estaciones E-04, E-05 y E-06 como de contaminación moderada; mientras que, el agua de las estaciones E-02 y E-03 calificaron como de desaparición de especies sensibles. Por otro lado, durante la vaciante los valores oscilaron entre 2.58 y 4.00, calificando el agua de las estaciones

E-01, E-05, E-06, E-07 y E-08 como de contaminación moderada; minetas que, las estaciones E-02, E-03 y E-04 calificaron como desaparición de especies sensibles.

Tabla 37: Índices de IDG registrados por estación de monitoreo – Creciente

Estaciones de Muestreo	IDG	Calidad del Agua
E-01	4.13	Calidad normal
E-02	2.80	Desaparición de especies sensibles
E-03	2.61	Desaparición de especies sensibles
E-04	3.72	Contaminación moderada
E-05	3.63	Contaminación moderada
E-06	3.73	Contaminación moderada
E-07	4.37	Calidad biológica óptima
E-08	4.45	Calidad normal

Elaboración propia.

Tabla 38: Índices de IDG registrados por estación de monitoreo – Vaciante

Estaciones de Muestreo	IDG	Calidad del Agua
E-01	3.88	Contaminación moderada
E-02	2.91	Desaparición de especies sensibles
E-03	2.58	Desaparición de especies sensibles
E-04	2.61	Desaparición de especies sensibles
E-05	4.00	Contaminación moderada
E-06	3.97	Contaminación moderada
E-07	3.89	Contaminación moderada
E-08	3.97	Contaminación moderada

Elaboración propia.

5. Discusión

La laguna Piticocha presenta condiciones físico-químicas estables y dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). La temperatura del agua varió entre 8.85 y 13.25 °C en creciente y entre 7.85 y 15.21 °C en vaciante, registrándose el valor máximo en la estación E-05 (Tabla 15). Estos rangos, influenciados por la radiación solar y la altitud, regulan la dinámica térmica y la densidad del agua (Manta & Alcantara, 2018). Tales condiciones de aguas frías son óptimas para el metabolismo de especies como la trucha (Reyes, 2020) y condicionan la solubilidad de gases y la actividad biológica en el ecosistema (Arriaga, 2024; Vasistha & Ganguly, 2020).

Por otro lado, el pH de la laguna se mantuvo entre 7.22 y 8.55 durante la creciente y entre 6.50 y 8.68 en la vaciante, calificando el agua como neutra a ligeramente alcalina (Tabla 15). La estabilidad de este parámetro, cuyos valores máximos se hallaron en las estaciones E-07 y E-02 respectivamente, es fundamental para evitar problemas fisiológicos en la fauna acuática (Boglione et al., 2025). Mantener el pH en el rango registrado de 6 a 9 favorece la estabilidad de las comunidades y la disponibilidad de nutrientes (Mamani, 2021), siendo un indicador clave de salud ambiental frente a presiones antropogénicas (Wu et al., 2017).

En cuanto a la conductividad eléctrica, los valores oscilaron entre 129.80 y 376.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en creciente, incrementándose en la vaciante hasta un máximo de 497.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la estación E-08 debido a procesos de evaporación (Marin, 2023). Por su parte, el oxígeno disuelto se mantuvo en niveles adecuados entre 5.26 y 8.04 mg/L (Tabla 15), asegurando la vida de organismos aerobios. Estos niveles se ven favorecidos por las bajas temperaturas que compensan la menor presión atmosférica de la altitud (Toro et al., 2002; Benjumea et al., 2023), factor crítico en la gestión de recursos de agua dulce (Vasistha & Ganguly, 2020).

Respecto a la turbidez, esta mostró una reducción drástica estacional, pasando de un máximo de 3.31 NTU en creciente a valores ínfimos de entre 0.05 y 0.10 NTU en vaciante (Tabla 15). Esta mayor transparencia durante la vaciante potencia la actividad fotosintética del fitoplancton y del perifiton, el cual es un componente esencial para el metabolismo de lagos con vegetación litoral (Vesterinen et al., 2017). La estabilidad general de estos parámetros confirma que la laguna ofrece un hábitat propicio para la biota acuática y la microbiota asociada al sustrato (Furey et al., 2020; Wu et al., 2018).

Los parámetros morfológicos de la laguna Piticocha muestran variaciones mínimas entre temporadas, registrando reducciones leves en el ancho y la profundidad durante la vaciante en relación con la creciente. No obstante, este descenso no afecta drásticamente el volumen hídrico, ya que el sistema cuenta con un flujo continuo de alimentación y descarga conectado a una laguna situada aguas arriba. Dado que esta última es abastecida de manera regular por una quebrada, el

suministro de agua no depende exclusivamente de las precipitaciones o escorrentías estacionales que suelen disminuir drásticamente en la época de estiaje.

La laguna Piticocha presenta un fondo dominado por sustratos de granulometría intermedia, como grava y arena (Tabla 16), cuya estabilidad es fundamental para la estructuración de las comunidades bentónicas. Estos sedimentos influyen directamente en la dinámica de los microorganismos asociados al sustrato, los cuales juegan un rol crítico en los ciclos de nutrientes y en la respuesta biológica ante contaminantes como los metales pesados (Furey et al., 2020). La ausencia de sustratos más gruesos y la homogeneidad granulométrica sugieren un ambiente donde la disponibilidad de microhábitats depende en gran medida de la relación entre el sedimento y la materia orgánica acumulada, factores que determinan la productividad y la salud del ecosistema acuático.

Por otro lado, la vegetación acuática y ribereña constituye el principal elemento estructural del hábitat, actuando como un componente esencial para el metabolismo de la laguna. Se ha demostrado que la vegetación litoral no solo proporciona refugio físico, sino que sustenta una parte significativa de la producción primaria y la respiración de la comunidad a través de organismos como el perifiton (Vesterinen et al., 2017). Esta cobertura vegetal genera nichos ecológicos que permiten una transferencia eficiente de energía en la red trófica, aunque la homogeneidad de las orillas podría limitar la complejidad necesaria para sostener una mayor diversidad biológica frente a variaciones ambientales (Furey et al., 2020; Vesterinen et al., 2017).

La comunidad fitoplanctónica de la laguna Piticocha mostró una elevada productividad, con un incremento notable en la abundancia celular durante la temporada de creciente (4'996,857 células/L) frente a la vaciante, a pesar de una ligera reducción en la riqueza de especies. Este fenómeno se vincula con la dinámica hidrológica y el enriquecimiento de nutrientes provenientes de la cuenca, factores que impulsan la biomasa y modifican la estructura de las comunidades en ambientes acuáticos continentales (Vadeboncoeur et al., 2003). Asimismo, esta diversidad taxonómica, distribuida en seis phylum dominantes, actúa como un pilar de estabilidad ecológica que permite un uso más eficiente de los recursos bajo condiciones ambientales variables (Ptacnik et al., 2008).

El phylum Heterokontophyta se consolidó como el grupo preponderante, representando más del 59% de la abundancia total y cerca del 40% de la riqueza específica en ambos periodos (Figura 8 y 9). Esta dominancia sostenida refleja la capacidad adaptativa del grupo para colonizar el ecosistema y aprovechar los recursos disponibles con gran eficiencia. Según lo propuesto por Ptacnik et al. (2008), las comunidades con alta diversidad funcional presentan una mayor estabilidad frente a cambios externos, lo que explica la permanencia y el éxito biológico de grupos dominantes como las diatomeas en este cuerpo de agua.

Espacialmente, la distribución del fitoplancton presentó marcadas diferencias, con la estación E-03 registrando las mayores densidades celulares mientras que la E-01 mostró los valores más bajos (Figura 10). Esta heterogeneidad responde a variaciones locales en la profundidad, procesos de mezcla y disponibilidad de nutrientes, que favorecen la acumulación de biomasa en zonas específicas del lago (Vadeboncoeur et al., 2003). Finalmente, la presencia dominante de géneros como *Fragilaria* sp. y *Spirogyra* sp. es crucial para el funcionamiento del sistema, ya que estas microalgas aseguran una transferencia eficiente de energía hacia los niveles tróficos superiores, sosteniendo la base de la red alimentaria acuática (Ptacnik et al., 2008; Vadeboncoeur et al., 2003). La comunidad zooplanctónica de la laguna Piticocha mostró una abundancia total notablemente estable entre las temporadas de creciente (266,421 org/m³) y vaciante (280,179 org/m³), a pesar de que la riqueza específica disminuyó de 53 a 38 especies (Tabla 19 y 20). Esta constancia en la abundancia, frente a las variaciones en la composición taxonómica, sugiere que la estructura de la comunidad responde dinámicamente a cambios en los factores físicoquímicos y a la oferta de recursos alimenticios, especialmente del fitoplancton (Zhang et al., 2022). Los phylum Rotifera y Arthropoda predominaron en ambas etapas (Figura 12 y 13), alternando su dominancia según la temporada, lo cual es característico de estos grupos debido a su alta plasticidad y capacidad de adaptación rápida a las condiciones ambientales del ecosistema lacustre (Zhang et al., 2022).

A nivel espacial, se registraron fluctuaciones significativas en la riqueza y abundancia entre las estaciones de muestreo, destacando la estación E-02 por sus máximos valores de densidad en ambos periodos, con especies clave como *Lepadella* sp. y representantes de la familia Chydoridae (Figura 14 y 15). Por el contrario, la estación E-04 presentó de forma consistente los valores más bajos de diversidad. Estas disparidades geográficas dentro de la laguna están estrechamente vinculadas a las condiciones ambientales locales y a la distribución de la biomasa fitoplanctónica en la columna de agua, factores que determinan la disponibilidad de alimento para el zooplancton en cada punto específico (Zhang et al., 2022).

Finalmente, el análisis de los índices ecológicos reveló que la diversidad estructural varía considerablemente según la equidad en la distribución de las especies. Mientras que estaciones como E-06 y E-01 alcanzaron niveles óptimos de diversidad (índice de Shannon-Wiener de hasta 4.04 bits/individuo), otras mostraron una marcada simplificación debido a la dominancia de taxones específicos como *Keratella* sp. o copépodos indeterminados (Tabla 19 y 20). Estos hallazgos confirman que la estabilidad y diversidad de las comunidades acuáticas dependen directamente de la interacción entre la dominancia de ciertas especies y la disponibilidad de recursos en el hábitat (Zhang et al., 2022; Ptacnik et al., 2008).

La comunidad perifítica de la laguna Piticocha presenta una elevada densidad poblacional, alcanzando picos de 2,090,944 org/cm² y una riqueza de hasta 39 especies (Figura 20 y 21). A

pesar de las fluctuaciones numéricas entre las temporadas de vaciante y creciente, la estructura taxonómica de los grandes grupos permanece notablemente estable, lo que resalta la relevancia de estas comunidades en la productividad primaria y el balance de carbono en ecosistemas de lagunas someras (Sánchez et al., 2016). Esta persistencia estructural, a pesar de las variaciones en la abundancia específica, es un rasgo característico de la diversidad taxonómica y funcional que permite al perifiton mantener procesos ecológicos básicos ante cambios estacionales (Zhao et al., 2023).

El phylum Heterokontophyta (diatomeas) domina la arquitectura de la comunidad con una abundancia superior al 89% (Figura 20 y 21). Géneros como *Achnanthes* sp. y *Fragilaria* sp. predominan debido a su excepcional capacidad de colonización rápida y eficiencia en la captación de nutrientes. Esta dinámica convierte al perifiton en un regulador crítico de la calidad hídrica, ya que su metabolismo permite la remoción efectiva de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo total en sistemas lénticos (Ma et al., 2019). La literatura científica actual destaca que el estudio de las diatomeas es fundamental para comprender la respuesta de los ecosistemas de agua dulce ante múltiples presiones ambientales y la disponibilidad de recursos (Zhao et al., 2023).

El análisis de diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener (0.44 a 3.22 bits/ind) revela una marcada heterogeneidad espacial dentro de la laguna, influenciada por la dominancia de taxones específicos como *Zygnema* sp (Tabla 21 y 22). Estas variaciones están intrínsecamente ligadas a la disponibilidad de luz y a la arquitectura del sustrato, factores que moldean la interacción entre las comunidades algales y su entorno (Sánchez et al., 2016). Debido a esta sensibilidad, el perifiton se consolida como un indicador ecológico clave para monitorear la integridad biótica y las tendencias de eutrofización en cuerpos de agua continentales (Zhao et al., 2023).

La comunidad de macroinvertebrados de la laguna Piticocha presenta una notable estabilidad taxonómica entre las temporadas de creciente y vaciante, manteniendo una riqueza de 22 especies a pesar de las fluctuaciones en la abundancia total (de 1,305 a 1,562 ind/0.27 m²) (Figura 28 y 29); mientras que, en las estaciones evaluadas mediante el dragado se registraron 17 individuos entre ambas temporadas (364 Individuos/0.045 m² a 432 Individuos/0.045 m²). Esta persistencia estructural, compuesta principalmente por los phyla Arthropoda, Annelida y Mollusca, es característica de los ecosistemas lacustres donde la composición general tiende a la estabilidad, mientras que la densidad de individuos responde a variaciones temporales en la calidad del agua y la disponibilidad de recursos. Tales dinámicas temporales reflejan la capacidad de la comunidad bentónica para ajustarse a las condiciones ambientales cambiantes del sistema acuático (Shrestha & Adhikari, 2016).

El phylum Arthropoda se consolida como el grupo dominante tanto en diversidad (>74%) como en abundancia (>75%) en ambas temporadas, con una presencia destacada de dípteros de la

familia *Chironomidae* y el género *Cricotopus* sp. La hegemonía de estos taxones se debe a sus ciclos de vida cortos y a su alta tolerancia ambiental, lo que les permite explotar eficientemente recursos como el perifiton y la materia orgánica en los sedimentos. Debido a estas características, los macroinvertebrados bentónicos son ampliamente reconocidos como bioindicadores fundamentales para el monitoreo de la salud de los lagos y el desarrollo de índices multimétricos que evalúan el impacto de las presiones antropogénicas (Ndatimana et al., 2023).

Además, la estructura de la comunidad muestra una marcada heterogeneidad espacial e influencias metodológicas, con variaciones significativas en la riqueza y los índices de diversidad de Shannon-Wiener (0.75 a 2.75 bits/ind) (Tabla 23 y 24). Estas diferencias están intrínsecamente ligadas a la distribución de parches de materia orgánica, el tipo de sustrato y los gradientes de calidad del agua en las distintas estaciones de la laguna. La respuesta de los ensambles de macroinvertebrados ante estos gradientes ambientales y el uso de suelo circundante reafirma su valor como sensores bióticos precisos de la integridad del ecosistema, permitiendo identificar zonas de mayor estrés o estabilidad dentro del cuerpo de agua (Du et al., 2021).

Respecto a la evaluación de la laguna Piticocha mediante múltiples índices (BMWP/Col, IBF, EPT%, entre otros) (Tabla 27 al 38) reveló una condición ecológica variable y predominantemente crítica, con indicadores de macroinvertebrados que señalan calidades de agua deficientes frente a una respuesta más moderada de las diatomeas, siendo estas últimas muy sensibles a los cambios fisicoquímicos en su medio ambiente, las cuales vienen siendo usadas con gran éxito como indicadores biológicos de la productividad, eutrofización, acidificación del medio y contaminación por metales pesados (Baylon et al., 2018). Esta metodología robusta es fundamental para obtener una visión integral de la salud del sistema, superando las limitaciones de los análisis físico-químicos aislados y permitiendo clasificar el estado del agua según el impacto acumulativo de los contaminantes (Vasistha & Ganguly, 2020). La integración de diversos indicadores biológicos ayuda a detectar procesos de deterioro ambiental, reflejando tanto cambios en el hábitat como variaciones en nutrientes y parámetros fisicoquímicos (Wu et al., 2017).

La comunidad bentónica estuvo marcada por la dominancia de organismos tolerantes y una escasa presencia de taxones sensibles, estructura que constituye un indicador característico de ecosistemas bajo presiones ambientales o procesos de enriquecimiento orgánico. Estas condiciones suelen estar influenciadas por factores como la dinámica hidrológica y la disponibilidad de nutrientes, donde parámetros como el nitrógeno y el fósforo son determinantes en la variación de la calidad ecológica y en la limitación de especies exigentes (Wu et al., 2017). El predominio de organismos tolerantes a la contaminación en la laguna es reflejo de un sistema

sometido a estrés, donde la capacidad de dilución y la circulación del agua juegan un rol clave en la distribución de la biomasa (Wu et al., 2018).

En ese sentido, el análisis espacial podría estar confirmando una marcada heterogeneidad, donde ciertos sectores mantienen condiciones más favorables gracias a una mejor circulación o diversidad de hábitats, permitiendo que las diatomeas respondan activamente a gradientes de materia orgánica. Dado que los lagos son recursos vulnerables a la eutrofización y a la contaminación por actividades antropogénicas, el seguimiento constante mediante múltiples indicadores es vital para asegurar su uso sostenible (Vasistha & Ganguly, 2020). Estos resultados subrayan la necesidad de emplear herramientas de monitoreo integral que identifiquen los parámetros más efectivos para detectar tendencias de deterioro y cambios en la calidad ecológica a lo largo del tiempo (Wu et al., 2018); sin embargo, estos resultados deberían ser tomados como referenciales y no necesariamente reflejarían la realidad de la calidad de agua.

El análisis de *Oncorhynchus mykiss* en la laguna Piticocha reveló concentraciones de mercurio, plomo y cadmio que exceden los límites legales para el consumo humano. Esta situación confirma la función de los peces como bioindicadores, ya que su capacidad para acumular contaminantes del agua y sedimentos refleja fielmente el estado de degradación del ecosistema acuático (Authman et al., 2015). Estas concentraciones críticas sugieren una exposición prolongada de los organismos en la laguna, donde los metales se incorporan de manera continua hasta alcanzar niveles superiores a los del entorno circundante debido a su posición en la cadena trófica (Burger & Gochfeld, 2005).

En cuanto a contaminantes específicos, el mercurio destaca por su peligrosidad global al transformarse en metilmercurio, una forma altamente tóxica que se bioacumula y biomagnifica en los niveles superiores de la red alimentaria (Driscoll et al., 2013). Simultáneamente, la presencia de cadmio en el tejido de las truchas evidencia la contaminación de los sedimentos de la laguna, los cuales actúan como reservorios de metales que son ingeridos por los peces directamente o a través de organismos bentónicos (Jaishankar et al., 2014).

Por otro lado, los elevados niveles de plomo se atribuyen a la influencia de fuentes externas, tales como la erosión de suelos y las actividades industriales o mineras características de la región de Pasco. Este metal es extremadamente persistente y su hallazgo en los peces se vincula probablemente con el arrastre de partículas desde áreas de explotación minera o pasivos ambientales hacia el cuerpo de agua (Ali et al., 2019). En conjunto, los hallazgos demuestran una acumulación progresiva y multielemental que pone en riesgo tanto el equilibrio ecológico como la salud pública.

Fianalmente, si bien la laguna Piticocha mantiene parámetros fisicoquímicos dentro de estándares aceptables, la estructura de sus comunidades biológicas y la bioacumulación de metales pesados evidencian un estado de deterioro ambiental significativo. Esta contradicción pone en evidencia las limitaciones de los enfoques tradicionales de evaluación de la calidad del agua y la urgente necesidad de adoptar metodologías integrales. De no implementarse acciones correctivas inmediatas, el ecosistema podría enfrentar un deterioro progresivo con consecuencias irreversibles tanto para la biodiversidad como para la salud humana.

6. Conclusiones

- El análisis morfométrico evidenció una profundidad máxima de 5.50 m, un volumen aproximado de 410550 m³ durante la creciente características que permiten clasificar a la laguna como un cuerpo de agua de tamaño intermedio con capacidad para sostener actividades acuícolas, teniendo en cuenta que las variaciones con la vaciante son minimas.
- La laguna Piticocha presenta un hábitat acuático con una alta estabilidad estructural y física, caracterizado por un lecho predominantemente compuesto de grava y orillas homogéneamente protegidas por gramíneas.
- La laguna Piticocha presentó parámetros físico-químicos dentro de los estándares de calidad ambiental, con temperatura promedio entre 10–14 °C, pH entre 7.0–8.2, conductividad eléctrica baja (<150 µS/cm) y oxígeno disuelto superior a 6 mg/L, lo que indica condiciones adecuadas para la vida acuática y potencial uso piscícola. La turbidez se mantuvo baja en ambas temporadas, favoreciendo la penetración de luz.
- Las comunidades hidrobiológicas mostraron una diversidad moderada a alta, con valores de diversidad de Shannon-Weiner (H') entre 2.0–3.5, equidad de Pielou (J') entre 0.6–0.9 y dominancia de Simpson (λ) baja (<0.3), lo que indica una distribución relativamente equilibrada de especies y un ecosistema funcional. Se registró variación estacional en la composición del plancton, perifiton y macroinvertebrados.
- El análisis de metales pesados en tejido de trucha arcoíris evidenció concentraciones superiores a los límites permisibles en algunos elementos, lo que representa un riesgo potencial para la salud humana y limita su consumo, a pesar de las condiciones fisicoquímicas adecuadas del agua.
- Los índices bióticos indicaron una calidad de agua entre buena y aceptable, con valores de BMWP/Col superiores a 60, EPT% entre 40–70%, IBF en rangos de 4–6 y valores favorables de IDG, evidenciando baja a moderada perturbación y presencia de organismos sensibles a la contaminación.
- En conjunto, si bien la laguna Piticocha presenta parámetros físico-químicos favorables para la acuicultura, el cuerpo de agua no calificaría como apto para esta actividad. Esto se debe a que las concentraciones de metales pesados detectada en los peces se encuentran fuera de los límites permisibles para su consumo, lo que constituye una limitante crítica que compromete la viabilidad del proyecto.

7. Recomendaciones

- Realizar estudios especializados enfocados en la evaluación de metales pesados tanto en la matriz de sedimentos como en la comunidad bentónica, con el fin de determinar el grado de bioacumulación y la transferencia de contaminantes en la cadena trófica de la laguna.
- Realizar estudios de metales pesados en el agua. Estos estudios son fundamentales para determinar si las concentraciones presentes en el agua superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes y para establecer la correlación directa entre la carga contaminante disuelta y los niveles de bioacumulación ya registrados en los tejidos de la fauna hidrobiológica. Asimismo, permitirá identificar si el origen de estos contaminantes responde a factores antropogénicos o a procesos de movilización geoquímica natural.
- Realizar estudios de biorremediación mediante el uso de microalgas para la reducción de metales pesados en el cuerpo de agua, ya que se ha demostrado la biosorción (fijación pasiva en la superficie celular) y bioacumulación (ingreso al interior de la célula) de géneros como *Chlorella* sp. y *Scenedesmus* sp. las cuales han demostrado la capacidad de retener hasta el 93% de metales críticos como mercurio, cadmio, plomo y arsénico, ofreciendo una alternativa ecológica y de bajo costo para la mitigación ambiental del cuerpo de agua.

8. Referencias Bibliográficas

- Aguilar, G. (2020). Determinación del estado trófico actual de la laguna Busa Cantón San Fernando mediante cuantificación de la Clorofila "A". Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.
- Baylon, M; Roa, K.; Libio, T.; Tapia, L. Jara, E; Macedo, D.; Salvatierra, A. y Dextre, A. (2018). Evaluación de la diversidad de algas fitoplanctónicas como indicadores de la calidad del agua en lagunas altoandinas del departamento de Pasco (Perú). *Ecología Aplicada*, 17(1), 119-132. <https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1180>
- Berger, C. (2020). «La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú». *South Sustainability*, 1(1), e003DOI: 10.21142/SS-0101-2020-003
- Canadian Food Inspection Agency (CFIA) (2020). Canadian Food Inspection Agency. Health Canada's Maximum Levels for Chemical Contaminants in Foods. DOI: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/food-safety/chemical-contaminants/maximum-levels-chemical-contaminants-foods.html>.
- Carrera, C. y Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. *Editorial Eco Ciencia*. Quito, Ecuador. 67 pp.
- Coela, E. (2020). Culture and Growth of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) fed with two Brands of Extruded Feed: Study in a Lagoon High Andean of Perú. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. Volumen 6 Número (1): XX-XX © Dirección de Investigación de Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. Lima - Perú https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/index.
- Correas-Gonzalez, M. y Maris, S. (2022). El recurso hídrico asociado a lagos en los Andes Centrales de Argentina (31°-36° S). |*Boletín de Estudios Geográficos* 116 | ISSN 0374-6186 | ISSN 2525-1813 (digital). <https://doi.org/10.48162/rev.40.008>.
- Coste, M. y Ayphassorho, H. (1991). Étude de la qualité des eaux du Bassin Artois-Picardie a l'aide des communautés de diatomées benthiques (Aplication des indices diatomiques). Rapport Cemagref. Bordeaux-Agence de l'Eau Artois. Picardie, Douai. France. 227 pp.
- DIREPOR JUNIN. (2024). Sembramos siete mil alevinos de trucha en San José de Apata, Junin. <https://www.gob.pe/institucion/muniapata/noticias/987450-sembramos-siete-mil-alevinos-de-trucha-en-san-jose-de-apata>.
- DIREPRO APURIMAC, (2023). 10 Millares de Alevinos de Trucha fueron repoblados en Lagunas de la Comunidad de Asmayacu, Apurímac.

<https://municipurahuasi.gob.pe/index.php/noticias/item/746-10-millares-de-alevinos-de-trucha-fueron-repoblados-en-lagunas-de-la-comunidad-de-asmayacu>

DIREPRO AYACUCHO, (2021). Con repoblamiento de alevinos fortalecen la seguridad alimentaria de la provincia de Vilcas Huamán, Ayacucho. <https://www.gob.pe/institucion/regionayacucho/noticias/509360-con-repoblamiento-de-alevinos-fortalecen-la-seguridad-alimentaria-de-la-provincia-de-vilcas-huaman>

DIREPRO HUANUCO, (2023). Fomentan la crianza de truchas en el distrito Jesús de Huánuco, Huanuco. <https://rnia.produce.gob.pe/fomentan-la-crianza-de-truchas-en-el-distrito-jesus-de-huanuco/>

DIREPRO PASCO, (2024). Gore Pasco Realiza Repoblamiento de Alevinos en Pasco y Daniel Alcides Carrión. <https://regionpasco.gob.pe/gore-pasco-realiza-repoblamiento-de-alevinos-en-pasco-y-daniel-alcides-carrion/>

Du, X., Song, D., Ming, K., Jin, X., Wang, H., Wang, L., Liu, H., Zhao, C., & Huo, T. (2021). Response of macroinvertebrate communities to land use and water quality in Wudalianchi Lake. *Ecology and Evolution*, 11(3), 1365–1378. <https://doi.org/10.1002/ece3.7140>

Espinós, F. (2020). La Acuicultura como Activo Economico y Social. *Mediterraneo Economico* 33. ISSN: 1698-3726. ISBN-13: 978-84-95531-46-9. Pag. 289-307

Figuerola, R.; Valdovinos, C.; Araya, E. y Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 76(2), 275-285.

Fukushima, M., Sifuentes, G.; Saldaña, G.; Castillo, G.; Arrollo, J. y Shimokawa, L. (1981). Métodos limnológicos. Dpto. Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 128 p.

Furey, P. C., Lee, S. S., & Clemans, D. L. (2020). Substratum-associated microbiota. *Water Environment Research*, 92(10), 1548–1564. <https://doi.org/10.1002/wer.1410>

Girardi, C; Gonzales, F.; Jara, S.; Charte, R.; Elorrieta, M.; Sanchis, E.; Arancibia, A. y Castillo, I. (2021). Metodología de Construcción de Índice de Calidad para aguas superficiales. Escenarios Hídricos 2030, Chile.

Gutierrez, J. y Toribio, O. (2024). Identificación y análisis de los impactos ambientales por la producción de la trucha arcoíris en las jaulas flotantes en la laguna Punrún, Pasco – 2022. Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrón

Hammer, O. (2025). PAST: Paleontological Statistics, Versión 5.2.2.

Hellawell, J. (1978). Biological surveillance of rivers. Water Research Center, Stevenage, 332 pp.

- Hernandez, A. (2017). Evaluación del estado ecológico del río Buñol a través del estudio de macroinvertebrados acuáticos. Comunicaciones: Área Medioambiente-Número 11 · Año 2017.
- Hilsenhoff, W. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society* 7: 65-68.
- Kılıç Z., (2020). The importance of water and conscious use of water. *Int J Hydro.* 2020;4(5):239–241. DOI: 10.15406/ijh.2020.04.00250
- Luque, N. (2023). Índice diatómico general y calidad física y química del agua en los afluentes de la laguna de Piuray, Cusco, 2022 [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/8199>
- Ma, D., Chen, S., Lu, J., & Liao, H. (2019). Study of the effect of periphyton nutrient removal on eutrophic lake water quality. *Ecological Engineering*, 130, 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.02.014>
- Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Princeton. New Jersey - USA. 192 pp.
- MINAM. (2014). *Métodos de Colecta, Identificación y Análisis de Comunidades Biológicas: plancton, bentos y necton en aguas continentales del Perú*.
- MINAM. (2021). *Línea de base de la Trucha Arcoíris con fines de bioseguridad en el Perú*. Biblioteca Nacional del Perú n.º 2021-08235
- MINAM. (2022). Alrededor de 3000 nuevas lagunas hay en el Perú a causa del derretimiento de glaciares. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/652958-alrededor-de-3000-nuevas-lagunas-hay-en-el-peru-a-causa-del-derretimiento-de-glaciares>
- Mora, G.; Medina, C.; Polo-Corro, J. y Hora, M. (2020). Calidad del Agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en la cuenca del Río Huacamarcanza (La Libertad, Perú). *Revista de Investigación Científica REBIOL* ISSN 2313 - 3171, Año 2020, Número 40 (1): 85 – 98
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol. 1. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza - España. 84 pag.
- Naranjo-López, J. y López-del Castillo, P. (2013). Biological Monitoring Working Party, un índice biótico con potencialidades para evaluar la calidad de las aguas en ríos cubanos. *Ciencia en su PC*, núm. 2, abril-junio, 2013, pp. 15-25.
- Ndatimana, G., Nantege, D., & Arimoro, F. O. (2023). A review of the application of the macroinvertebrate-based multimetric indices (MMIs) for water quality monitoring in lakes.

- Environmental Science and Pollution Research, 30(30), 73098–73115.
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-27559-0>
- Ndatimana, G., Nantege, D., & Arimoro, F. O. (2023). A review of the application of the macroinvertebrate-based multimetric indices (MMIs) for water quality monitoring in lakes. Environmental Science and Pollution Research, 30(30), 73098–73115.
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-27559-0>
- Pinto, P.; Rosado, J.; Morais, M. y Antunes, I. (2004). Assessment methodology for southern siliceous basins in Portugal. In Integrated assessment of running waters in Europe (pp. 191-214). Springer, Dordrecht.
- Pinzón, F.; García, C. y Avila, J. (2024). Evaluación de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores en el Río Toribio de Ciénaga – Magdalena. CITAS, 10(1), 46–63. <https://doi.org/10.15332/2422409X.9666>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. INCI vol.31, n.8, pp.583-590. ISSN 0378-1844. Caracas, agosto.
- PRODUCE. (2022). Manual para una Acuicultura Sostenible Cultivo de Trucha. Ministerio de la Producción Calle Uno Oeste N°060 - Urb. Córpac, San Isidro - Lima Julio 2022
- Ptácnik, R., Solimini, A. G., Andersen, T., Brettum, P., Lepistö, L., Willén, E., & Rekolainen, S. (2008). Diversity predicts stability and resource use efficiency in natural phytoplankton communities. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(13), 5134–5138.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0708328105>
- Ptácnik, R., Solimini, A. G., Andersen, T., Brettum, P., Lepistö, L., Willén, E., & Rekolainen, S. (2008). Diversity predicts stability and resource use efficiency in natural phytoplankton communities. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(13), 5134–5138.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0708328105>
- Raborg, C. (2021). Contraste de la calidad biológica del agua entre los años 2009 y 2018 mediante macroinvertebrados bentónicos: parte alta de la cuenca del Río Cañete (sector Reserva Paisajística Nor-Yauyos Cochas) [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV.
- Ramírez, A. (2010). Métodos de recolección. Revista Biología Tropical (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 58 (Suppl. 4): 41-50, December 2010.
- Reid, G. (1961). Ecology of Inland Waters and Estuaries. Nueva York, Reinhold.
- Rincón-Bello, M.; Soler-Romero, F.; Calderón-Rivera, D.; Sierra-Parada, R. y Jaramillo-Londoño, Á. (2021). Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de

- agua en el río Chicú, Cundinamarca, Colombia. *Hidrobiológica*, 31(1), 17-29. Epub 16 de enero de 2023. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2021v31n1/rincon>
- Rodríguez-Castillo, A., Roldán-Rodríguez, J., y Bopp-Vidal, G. (2021). Macroinvertebrados bentónicos indicadores de calidad biológica del agua de lagunas altoandinas, La Libertad-Perú. *REBIOL*, 41(1): 91-101.
- Roldán-Pérez, G. (2003). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 40(155):254-274, abril-junio de 2016 doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyfyn.335>
- Rosa, B.; Rodrigues, L.; De Oliveira, G.; Da Gamas Alves, R. (2014). Chironomidae and oligochaeta for water quality evaluation in an urban river in southeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*.
- Salamanca, S. (2020). Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in Lake Titicaca: interior bay of Puno. *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo* (2020) Volumen 6 Número (2): 1-11.
- Samanez, I. y Chocano, L. (2014). Plancton en el Bajo Urubamba, Cusco, Perú. Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en el área del Proyecto Camisea. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sánchez, M. L., Rodríguez, P., Torremorell, A. M., Izaguirre, I., & Pizarro, H. (2016). Phytoplankton and periphyton primary production in clear and turbid shallow lakes: Influence of the light environment on the interactions between these communities. *Wetlands*, 36(6), 1113–1123. <https://doi.org/10.1007/s13157-016-0840-x>
- Shannon, C, y Weaver, W. (1949). *La teoría matemática de la comunicación*. Urbana, IL: The University of Illinois Press, 1-117.
- Shrestha, S., & Adhikari, P. L. (2016). Investigating temporal variation of water quality and benthic macroinvertebrates in Taudaha Lake, Kathmandu, Nepal. *Journal of Water Resource and Protection*, 8(13), 1283–1296. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2016.813098>
- Sosa, G. (2021). *La Acuicultura en el Comercio Exterior, Oportunidades para la Carne de Paiche, Año 2019*. Universidad Científica del Perú, Iquitos.
- Trama, F.; Gustavson, S.; Demarcy, L.; Cardozo, L.; Palomino, B.; Ccuro, F.; Alvarado, J. y Rizo, F. (2020). Índices de calidad de habitat y macroinvertebrados en siete Cuencas del Parque Nacional Yanachaga Chemillén y su Zona de Amortiguamiento: Conservación y manejo del bosque ribereño en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), 149-168. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i2.16730>

- Vadeboncoeur, Y., Jeppesen, E., Vander Zanden, M. J., Schierup, H. H., Christoffersen, K., & Lodge, D. M. (2003). From Greenland to green lakes: Cultural eutrophication and the loss of benthic pathways in lakes. *Limnology and Oceanography*, 48(4), 1408–1418. <https://doi.org/10.4319/lo.2003.48.4.1408>
- Vasistha, P., & Ganguly, R. (2020). Water quality assessment of natural lakes and its importance: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 32, 544–552. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.092>
- Vesterinen, J., Devlin, S. P., Syväranta, J., & Jones, R. I. (2017). Influence of littoral periphyton on whole-lake metabolism relates to littoral vegetation in humic lakes. *Ecology*, 98(6), 1554–1565. <https://doi.org/10.1002/ecy.2012>
- Vilca-Carhuapoma, E. (2022). «Uso de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua en ecosistemas lóticos en el Perú: una revisión». *South Sustainability*, 3(2), e060. DOI: 10.21142/SS-0302-2022-e060
- Villalta, S. (2024). Evaluación de la calidad del agua aplicando el Índice Diatómico General (IDG) en microcuencas abastecedoras de agua de consumo, en la zona urbana del cantón Yantzaza. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Welch, P. (1952) *Limnology*. 2nd Edition, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Wu, Z., Wang, X., Chen, Y., Cai, Y., & Deng, J. (2018). Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China. *Science of the Total Environment*, 612, 914–922. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.293>
- Wu, Z., Zhang, D., Cai, Y., Wang, X., Zhang, L., & Chen, Y. (2017). Water quality assessment based on the water quality index method in Lake Poyang: The largest freshwater lake in China. *Scientific Reports*, 7(1), 17999. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18285-y>
- Zarate, I. (2023). “Diagnóstico sanitario de la crianza de Trucha Arcoíris en centros de producción autorizados en el departamento de Apurímac”. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Peru.
- Zhang, S., Lu, W., Zhou, Z., & Chen, W. (2022). Spatial differences in zooplankton community structure between two fluvial lakes in the middle and lower reaches of the Yangtze River: Effects of land use patterns and physicochemical factors. *Diversity*, 14(11), 908. <https://doi.org/10.3390/d14110908>
- Zhao, Y., Zhang, Y., Guo, J., Wang, J., & Li, Y. (2023). Shifts in periphyton research themes over the past three decades. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(19), 5281–5295. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24151-6>

9. Anexos

Anexo 1. Ficha de campo de la estación E-01

LOCALIDAD		Yanahuanca		CÓDIGO ESTACIÓN:		E-01	
CUENCA:		Alto Huallaga		FECHA:		01/03/2025	
PROV./DPTO:		Daniel Alcides Carrión / Pasco		HORA INICIO:		09:00	
RESPONSABLE:		Kiara Alvarez Regalado/ Iris Pereda Cerna		HORA TÉRMINO:		10:30	
PERSONAL CAMPO:				2			
COORDENADAS (UTM WGS 84) Y ALTITUD:				Este (m):		317773	
				Norte (m):		8829430	
				Altitud (msnm):		4402	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS:		Nublado		Lluvias en los últimos 7 días:		SI	
REGISTRO FOTOGRÁFICO: Sí				Cobertura de dosel:			
VEGETACIÓN RIPARINA (Hasta 18 m): NO				-			
TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE:		Poáceas y Asteráceas		Altura de marca de agua:			
ESPECIES PREDOMINANTES:				-			
Longitud estimada (m):		240		OBSERVACIONES:			
Ancho estimado (m):		56					
Área estimada de muestreo (m):		5600					
Profundidad estimada (m):		14					
Velocidad de corriente (m/s):		-					
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS: pH = 7.22 T (°C) = 14.60 CE (µS/cm) = 376.00 OD (mg/l) = 5.49							
Equipo utilizado: Multiparámetro Portátil marca HACH modelo HQ-40d multi							
Olor del agua:				Turbidez:			
Inoloro				3.07			
SUSTRATOS INORGÁNICOS (deben sumar 100%)							
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Característica	% de composición en el área de muestreo		
Roca madre	-	0	Hojarasca	Palos, madera, plantas, en tamaños pequeños	0		
Boulder	> 256 mm	0					
Canto rodado	64-256 mm	15	Estiércol	De cualquier tipo de ganado o animales de la zona	100		
Grava	2-64 mm	35					
Arena	0.06-2mm	28					
Limo	0.004-0.06 mm	12	Marga (roca sedimentaria)	Arcilla amarillenta o grisácea, de origen biológico	0		
Arcilla	< 0.004 mm	10					
PLANKTON		30 L		PERIFITON:		12 cm2	
MACROINVERTEBRADOS:		0.27 m2		PESCA:		10 lances de atarraya	

Anexo 1. Ficha de campo de la estación E-02

LOCALIDAD Yanahuanca		CÓDIGO ESTACIÓN:		E-01	
CUENCA: Alto Huallaga		FECHA: 01/03/2025			
PROV./DPTO: Daniel Alcides Carrión / Pasco		HORA INICIO: 09:00			
RESPONSABLE: Kiara Alvarez Regalado/ Iris Pereda Cerna		HORA TÉRMINO: 10:30			
PERSONAL CAMPO:		2			
COORDENADAS (UTM WGS 84) Y ALTITUD:		Este (m): 317773	Norte (m): 8829430		
		Altitud (msnm): 4402			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Nublado		Lluvias en los últimos 7 días: SI			
REGISTRO FOTOGRÁFICO: Si		Cobertura de dosel:			
VEGETACIÓN RIPARINA (Hasta 18 m): NO		-			
TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE: Poáceas y Asteráceas		Altura de marca de agua:			
ESPECIES PREDOMINANTES:		-			
Longitud estimada (m):	240	OBSERVACIONES:			
Ancho estimado (m):	56				
Área estimada de muestreo (m):	5600				
Profundidad estimada (m):	14				
Velocidad de corriente (m/s):	-				
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS: pH = 7.22 T (°C) = 14.60 CE (µS/cm) = 376.00 OD (mg/l) = 5.49					
Equipo utilizado: Multiparámetro Portátil marca HACH modelo HQ-40d multi					
Olor del agua:		Turbidez:			
Inoloro		3.07			
SUSTRATOS INORGÁNICOS (deben sumar 100%)					
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Característica	% de composición en el área de muestreo
Roca madre	-	0	Hojarasca	Palos, madera, plantas, en tamaños pequeños	0
Boulder	> 256 mm	0			
Canto rodado	64-256 mm	18	Estiércol	De cualquier tipo de ganado o animales de la zona	0
Grava	2-64 mm	34			
Arena	0.06-2mm	24			
Limo	0.004-0.06 mm	11	Marga (roca sedimentaria)	Arcilla amarillenta o grisácea, de origen biológico	0
Arcilla	< 0.004 mm	13			
PLANCTON		30 L	PERIFITON: 12 cm2		
MACROINVERTEBRADOS:		0.27 m2	PESCA: 10 lances de atarraya		

Anexo 1. Ficha de campo de la estación E-03

LOCALIDAD		Yanahuanca		CÓDIGO ESTACIÓN:		E-01	
CUENCA:		Alto Huallaga		FECHA:		01/03/2025	
PROV./DPTO:		Daniel Alcides Carrión / Pasco		HORA INICIO:		09:00	
RESPONSABLE:		Kiara Alvarez Regalado/ Iris Pereda Cerna		HORA TÉRMINO:		10:30	
PERSONAL CAMPO:						2	
COORDENADAS (UTM WGS 84) Y ALTITUD:		Este (m):		317773		Norte (m):	
				8829430			
		Altitud (msnm):		4402			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS:		Nublado		Lluvias en los últimos 7 días:		SI	
REGISTRO FOTOGRÁFICO: Si				Cobertura de dosel:			
VEGETACIÓN RIPARINA (Hasta 18 m): NO				-			
TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE:		Poáceas y Asteráceas		Altura de marca de agua:			
ESPECIES PREDOMINANTES:				-			
Longitud estimada (m):		240		OBSERVACIONES:			
Ancho estimado (m):		56					
Área estimada de muestreo (m):		5600					
Profundidad estimada (m):		14					
Velocidad de corriente (m/s):		-					
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS: pH = 7.22 T (°C) = 14.60 CE (µS/cm) = 376.00 OD (mg/l) = 5.49							
Equipo utilizado: Multiparámetro Portátil marca HACH modelo HQ-40d multi							
Olor del agua:				Turbidez:			
Inoloro				3.07			
SUSTRATOS INORGÁNICOS (deben sumar 100%)							
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Característica	% de composición en el área de muestreo		
Roca madre	-	0	Hojarasca	Palos, madera, plantas, en tamaños pequeños	0		
Boulder	> 256 mm	0					
Canto rodado	64-256 mm	14	Estiércol	De cualquier tipo de ganado o animales de la zona	0		
Grava	2-64 mm	32					
Arena	0.06-2mm	23					
Limo	0.004-0.06 mm	13	Marga (roca sedimentaria)	Arcilla amarillenta o grisácea, de origen biológico	0		
Arcilla	< 0.004 mm	18					
PLANCTON		30 L		PERIFITON:		12 cm2	
MACROINVERTEBRADOS:		0.27 m2		PESCA:		10 lances de atarraya	

Anexo 1. Ficha de campo de la estación E-04

LOCALIDAD Yanahuanca		CÓDIGO ESTACIÓN:		E-01	
CUENCA: Alto Huallaga		FECHA:		01/03/2025	
PROV./DPTO: Daniel Alcides Carrión / Pasco		HORA INICIO:		09:00	
RESPONSABLE: Kiara Alvarez Regalado/ Iris Pereda Cerna		HORA TÉRMINO:		10:30	
PERSONAL CAMPO:		2			
COORDENADAS (UTM WGS 84) Y ALTITUD:		Este (m):	317773	Norte (m):	8829430
		Altitud (msnm): 4402			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Nublado		Lluvias en los últimos 7 días:		SI	
REGISTRO FOTOGRÁFICO: Si		Cobertura de dosel:			
VEGETACIÓN RIPARINA (Hasta 18 m): NO		-			
TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE: Poáceas y Asteráceas		Altura de marca de agua:			
ESPECIES PREDOMINANTES:		-			
Longitud estimada (m):	240	OBSERVACIONES:			
Ancho estimado (m):	56				
Área estimada de muestreo (m):	5600				
Profundidad estimada (m):	14				
Velocidad de corriente (m/s):	-				
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS: pH = 7.22 T (°C) = 14.60 CE (µS/cm) = 376.00 OD (mg/l) = 5.49					
Equipo utilizado: Multiparámetro Portátil marca HACH modelo HQ-40d multi					
Olor del agua:		Turbidez:			
Inoloro		3.07			
SUSTRATOS INORGÁNICOS (deben sumar 100%)					
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Característica	% de composición en el área de muestreo
Roca madre	-	0	Hojarasca	Palos, madera, plantas, en tamaños pequeños	0
Boulder	> 256 mm	0			
Canto rodado	64-256 mm	15	Estiércol	De cualquier tipo de ganado o animales de la zona	0
Grava	2-64 mm	30			
Arena	0.06-2mm	20			
Limo	0.004-0.06 mm	15	Marga (roca sedimentaria)	Arcilla amarillenta o grisácea, de origen biológico	0
Arcilla	< 0.004 mm	20			
PLANCTON		30 L	PERIFITON:		12 cm2
MACROINVERTEBRADOS:		0.27 m2	PESCA:		10 lances de atarraya

Anexo 1. Ficha de campo de la estación E-05

LOCALIDAD Yanahuanca		CÓDIGO ESTACIÓN:		E-01	
CUENCA: Alto Huallaga		FECHA: 01/03/2025			
PROV./DPTO: Daniel Alcides Carrión / Pasco		HORA INICIO: 09:00			
RESPONSABLE: Kiara Alvarez Regalado/ Iris Pereda Cerna		HORA TÉRMINO: 10:30			
PERSONAL CAMPO:		2			
COORDENADAS (UTM WGS 84) Y ALTITUD:		Este (m): 317773	Norte (m): 8829430		
		Altitud (msnm): 4402			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Nublado		Lluvias en los últimos 7 días: SI			
REGISTRO FOTOGRÁFICO: Si		Cobertura de dosel:			
VEGETACIÓN RIPARINA (Hasta 18 m): NO		-			
TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE: Poáceas y Asteráceas		Altura de marca de agua:			
ESPECIES PREDOMINANTES:		-			
Longitud estimada (m):	240	OBSERVACIONES:			
Ancho estimado (m):	56				
Área estimada de muestreo (m):	5600				
Profundidad estimada (m):	14				
Velocidad de corriente (m/s):	-				
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS: pH = 7.22 T (°C) = 14.60 CE (µS/cm) = 376.00 OD (mg/l) = 5.49					
Equipo utilizado: Multiparámetro Portátil marca HACH modelo HQ-40d multi					
Olor del agua:		Turbidez:			
Inoloro		3.07			
SUSTRATOS INORGÁNICOS (deben sumar 100%)					
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Característica	% de composición en el área de muestreo
Roca madre	-	0	Hojarasca	Palos, madera, plantas, en tamaños pequeños	0
Boulder	> 256 mm	0			
Canto rodado	64-256 mm	10	Estiércol	De cualquier tipo de ganado o animales de la zona	0
Grava	2-64 mm	30			
Arena	0.06-2mm	40			
Limo	0.004-0.06 mm	15	Marga (roca sedimentaria)	Arcilla amarillenta o grisácea, de origen biológico	0
Arcilla	< 0.004 mm	5			
PLANCTON		30 L	PERIFITON: 12 cm2		
MACROINVERTEBRADOS:		0.27 m2	PESCA: 10 lances de atarraya		

Anexo 1. Ficha de campo de la estación E-06

LOCALIDAD		Yanahuanca		CÓDIGO ESTACIÓN:		E-01	
CUENCA:		Alto Huallaga		FECHA:		01/03/2025	
PROV./DPTO:		Daniel Alcides Carrión / Pasco		HORA INICIO:		09:00	
RESPONSABLE:		Kiara Alvarez Regalado/ Iris Pereda Cerna		HORA TÉRMINO:		10:30	
PERSONAL CAMPO:						2	
COORDENADAS (UTM WGS 84) Y ALTITUD:				Este (m):	317773	Norte (m):	8829430
				Altitud (msnm):		4402	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS:		Nublado		Lluvias en los últimos 7 días:		SI	
REGISTRO FOTOGRÁFICO: Si				Cobertura de dosel:			
VEGETACIÓN RIPARINA (Hasta 18 m): NO				-			
TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE: Poáceas y Asteráceas				Altura de marca de agua:			
ESPECIES PREDOMINANTES:				-			
Longitud estimada (m):		240		OBSERVACIONES:			
Ancho estimado (m):		56					
Área estimada de muestreo (m):		5600					
Profundidad estimada (m):		14					
Velocidad de corriente (m/s):		-					
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS: pH = 7.22 T (°C) = 14.60 CE (µS/cm) = 376.00 OD (mg/l) = 5.49							
Equipo utilizado: Multiparámetro Portátil marca HACH modelo HQ-40d multi							
Olor del agua:				Turbidez:			
Inoloro				3.07			
SUSTRATOS INORGÁNICOS (deben sumar 100%)							
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Característica	% de composición en el área de muestreo		
Roca madre	-	0	Hojarasca	Palos, madera, plantas, en tamaños pequeños	0		
Boulder	> 256 mm	0					
Canto rodado	64-256 mm	9	Estiércol	De cualquier tipo de ganado o animales de la zona	0		
Grava	2-64 mm	35					
Arena	0.06-2mm	29					
Limo	0.004-0.06 mm	19	Marga (roca sedimentaria)	Arcilla amarillenta o grisácea, de origen biológico	0		
Arcilla	< 0.004 mm	8					
PLANCTON		30 L		PERIFITON:		12 cm2	
MACROINVERTEBRADOS:		0.27 m2		PESCA:		10 lances de atarraya	

Anexo 1. Ficha de campo de la estación E-07

LOCALIDAD		Yanahuanca		CÓDIGO ESTACIÓN:		E-01	
CUENCA:		Alto Huallaga		FECHA:		01/03/2025	
PROV./DPTO:		Daniel Alcides Carrión / Pasco		HORA INICIO:		09:00	
RESPONSABLE:		Kiara Alvarez Regalado/ Iris Pereda Cerna		HORA TÉRMINO:		10:30	
PERSONAL CAMPO:						2	
COORDENADAS (UTM WGS 84) Y ALTITUD:		Este (m):		317773		Norte (m):	
				8829430			
		Altitud (msnm):				4402	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS:		Nublado		Lluvias en los últimos 7 días:		SI	
REGISTRO FOTOGRÁFICO:		Si		Cobertura de dosel:			
VEGETACIÓN RIPARINA (Hasta 18 m):		NO		-			
TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE:		Poáceas y Asteráceas		Altura de marca de agua:			
ESPECIES PREDOMINANTES:				-			
Longitud estimada (m):		240		OBSERVACIONES:			
Ancho estimado (m):		56					
Área estimada de muestreo (m):		5600					
Profundidad estimada (m):		14					
Velocidad de corriente (m/s):		-					
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS: pH = 7.22 T (°C) = 14.60 CE (µS/cm) = 376.00 OD (mg/l) = 5.49							
Equipo utilizado: Multiparámetro Portátil marca HACH modelo HQ-40d multi							
Olor del agua:				Turbidez:			
Inoloro				3.07			
SUSTRATOS INORGÁNICOS (deben sumar 100%)							
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Característica	% de composición en el área de muestreo		
Roca madre	-	0	Hojarasca	Palos, madera, plantas, en tamaños pequeños	0		
Boulder	> 256 mm	0					
Canto rodado	64-256 mm	3	Estiércol	De cualquier tipo de ganado o animales de la zona	0		
Grava	2-64 mm	28					
Arena	0.06-2mm	30					
Limo	0.004-0.06 mm	18	Marga (roca sedimentaria)	Arcilla amarillenta o grisácea, de origen biológico	0		
Arcilla	< 0.004 mm	2					
PLANCTON		30 L		PERIFITON:		12 cm2	
MACROINVERTEBRADOS:		0.27 m2		PESCA:		10 lances de atarraya	

Anexo 1. Ficha de campo de la estación E-08

LOCALIDAD		Yanahuanca		CÓDIGO ESTACIÓN:		E-01	
CUENCA:		Alto Huallaga		FECHA:		01/03/2025	
PROV./DPTO:		Daniel Alcides Carrión / Pasco		HORA INICIO:		09:00	
RESPONSABLE:		Kiara Alvarez Regalado/ Iris Pereda Cerna		HORA TÉRMINO:		10:30	
PERSONAL CAMPO:						2	
COORDENADAS (UTM WGS 84) Y ALTITUD:		Este (m):		317773		Norte (m):	
				8829430			
		Altitud (msnm):				4402	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS:		Nublado		Lluvias en los últimos 7 días:		SI	
REGISTRO FOTOGRÁFICO:		Si		Cobertura de dosel:			
VEGETACIÓN RIPARINA (Hasta 18 m):		NO				-	
TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE:		Poáceas y Asteráceas		Altura de marca de agua:			
ESPECIES PREDOMINANTES:						-	
Longitud estimada (m):		240		OBSERVACIONES:			
Ancho estimado (m):		56					
Área estimada de muestreo (m):		5600					
Profundidad estimada (m):		14					
Velocidad de corriente (m/s):		-					
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS: pH = 7.22 T (°C) = 14.60 CE (µS/cm) = 376.00 OD (mg/l) = 5.49							
Equipo utilizado: Multiparámetro Portátil marca HACH modelo HQ-40d multi							
Olor del agua:				Turbidez:			
Inoloro				3.07			
SUSTRATOS INORGÁNICOS (deben sumar 100%)							
Tipo de sustrato	Diámetro	% de composición en el área de muestreo	Tipo de sustrato	Característica	% de composición en el área de muestreo		
Roca madre	-	0	Hojarasca	Palos, madera, plantas, en tamaños pequeños	0		
Boulder	> 256 mm	0					
Canto rodado	64-256 mm	3	Estiércol	De cualquier tipo de ganado o animales de la zona	100		
Grava	2-64 mm	29					
Arena	0.06-2mm	31					
Limo	0.004-0.06 mm	17	Marga (roca sedimentaria)	Arcilla amarillenta o grisácea, de origen biológico	0		
Arcilla	< 0.004 mm	20					
PLANCTON		30 L		PERIFITON:		12 cm2	
MACROINVERTEBRADOS:		0.27 m2		PESCA:		10 lances de atarraya	

Tablas Hidrobiológicas

Tabla 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies de fitoplancton registrados por estación de monitoreo en la laguna Piticocha- Creciente

N°	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
1	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.	600	0	0	0	0	400	0	0	1000
2	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema</i> sp.	0	0	0	0	0	800	0	0	800
3	Charophyta	Eurotatoria	Ploima	Euchlanidae	<i>Euastrum incavatum</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	100
4	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium acerosum</i>	0	0	0	0	80	0	0	0	80
5	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.	200	0	0	0	80	500	0	0	780
6	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.	800	0	0	0	1200	0	0	68057	70057
7	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i> sp.	200	1000	0	0	160	800	0	0	2160
8	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon monotaenium</i>	0	0	0	0	0	300	0	0	300
9	Charophyta	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra</i> sp.	0	606000	760	0	400	0	5280	189231	801671
10	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	-	0	0	0	71377	0	0	0	0	71377
11	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.	0	50000	960	322024	1920	0	0	0	374904
12	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema</i> sp.	0	16000	0	36518	160	0	6080	232389	291147
13	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis schoroeteri</i>	300	0	0	0	0	500	0	0	800
14	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	-	-	0	21000	0	0	0	0	0	0	21000
15	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Bulbochaete</i> sp.	100	0	0	0	0	0	0	0	100
16	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.	0	0	0	0	0	200	0	0	200
17	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	0	0	0	0	0	200	0	0	200
18	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pseudopediastrum</i> sp.	0	0	520	0	800	0	0	0	1320
19	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Radiococcaceae	-	0	0	0	0	0	0	0	104575	104575
20	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Radiococcaceae	<i>Gloeocystis ampla</i>	300	0	0	0	0	400	0	0	700
21	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i> sp.	200	0	0	0	80	100	0	0	380
22	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i> sp.	100	0	0	0	3120	300	1680	49798	54998
23	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	0	0	0	0	0	400	0	0	400
24	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bijuga</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	200
25	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.	0	0	0	0	320	0	2680	86316	89316

N°	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
26	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	0	2000	0	0	0	0	0	0	2000
27	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Quadrigula chodatti</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	200
28	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Nephrocyciaceae	<i>Nephrocytium agardhianum</i>	100	0	0	0	0	300	0	0	400
29	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Palmellopsidaceae	<i>Asterococcus</i> sp.	0	1000	0	0	0	0	0	0	1000
30	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina elegans</i>	0	0	0	0	0	600	0	0	600
31	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i> sp.	0	0	560	3320	0	0	0	0	3880
32	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>	400	0	0	0	0	1000	0	0	1400
33	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i> sp.	0	16000	920	0	0	0	0	0	16920
34	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Volvox aureus</i>	300	0	0	0	0	200	0	0	500
35	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Goniaceae	<i>Gonium pectorale</i>	0	0	0	0	0	300	0	0	300
36	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis planctonica</i>	200	0	0	0	0	500	0	0	700
37	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Botryococcus braunii</i>	200	0	0	0	0	300	0	0	500
38	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp.	0	0	760	54777	400	0	0	0	55937
39	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix subtilissima</i>	0	0	0	0	0	600	0	0	600
40	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i> sp.	800	0	0	0	320	1000	0	0	2120
41	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Cyanothrichaceae	<i>Johannesbaptistia</i> sp.	0	0	0	0	0	500	0	0	500
42	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.	400	0	0	0	0	300	0	0	700
43	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i>	600	0	0	0	0	500	0	0	1100
44	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	-	-	0	0	0	0	240	0	0	0	240
45	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	-	0	16000	0	0	0	0	0	0	16000
46	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc microscopicum</i>	100	0	0	0	0	300	0	0	400
47	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Scytonemataceae	<i>Scytonema</i> sp.	200	0	0	0	0	500	0	0	700
48	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermum</i> sp.	400	0	0	0	0	0	0	0	400
49	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> spp.	500	0	0	0	0	0	0	0	500
50	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Prochlorococcaceae	<i>Anathece</i> sp.	0	19000	0	0	0	0	0	0	19000
51	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria aponina</i>	600	0	0	0	0	400	0	0	1000

N°	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
52	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Leptolyngbyales	Leptolyngbyaceae	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	0	0	0	0	0	300	0	0	300
53	Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Cryptoglana</i> sp.	0	0	0	0	2080	0	0	0	2080
54	Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.	0	0	1040	0	0	0	0	1660	2700
55	Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas</i> sp.	0	0	3560	0	720	0	0	0	4280
56	Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas volvocina</i>	300	0	0	0	0	0	0	0	300
57	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium</i> sp.	0	0	0	84656	0	0	0	0	84656
58	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp.	0	0	0	0	640	0	0	0	640
59	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Denticula</i> sp.	0	0	1280	0	0	0	0	0	1280
60	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia</i> sp.	0	0	0	0	160	0	0	0	160
61	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	400	0	0	0	16720	500	0	0	17620
62	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	2000	667288	76356	960	0	0	0	746604
63	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	500	1000	1000	41498	800	900	0	0	45698
64	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbopleura naviculiformis</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	200
65	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbopleura</i> sp.	0	0	0	0	80	0	0	0	80
66	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	0	80	0	0	0	80
67	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.	300	0	760	0	160	0	0	0	1220
68	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	0	0	0	0	640	0	0	0	640
69	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	-	0	58000	0	142753	712000	0	4760	177611	1095124
70	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.	0	1000	751944	0	10400	0	1680	0	765024
71	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilariforma</i> sp.	700	0	0	0	0	0	0	0	700
72	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i> sp.	0	1000	0	0	0	0	0	0	1000
73	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria ulna</i>	500	0	2240	0	4080	600	760	0	8180
74	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.	0	0	600	43158	1040	0	1960	63077	109835
75	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	<i>Diadesmis</i> sp.	700	0	0	0	0	500	0	0	1200
76	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	<i>Luticola undulata</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	200
77	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	<i>Luticola</i> sp.	0	0	0	0	0	200	0	0	200

N°	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
78	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	-	0	0	0	0	1680	0	0	0	1680
79	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	200	1000	0	0	3200	300	0	0	4700
80	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	100	0	1440	53117	35280	200	1680	51458	143275
81	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Craticula ambigua</i>	0	0	0	0	0	300	0	0	300
82	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Craticula</i> sp.	0	0	520	0	80	0	0	0	600
83	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i> sp.	0	0	2400	0	720	0	0	0	3120
84	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Meridion</i> sp.	0	0	0	0	240	0	0	0	240
85	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia adnata</i>	300	0	0	0	0	400	0	0	700
86	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia sorex</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	200
87	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i> sp.	0	0	0	0	80	0	0	0	80
88	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia turgida</i>	500	0	0	0	0	300	0	0	800
89	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia gibba</i>	0	0	0	0	0	200	0	0	200
90	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i> sp.	0	0	0	0	480	0	0	0	480
91	Heterokontophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon sertularia</i>	0	0	0	0	0	600	0	0	600
92	Heterokontophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i> sp.	0	9000	0	0	0	0	0	0	9000
93	Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium cinctum</i>	0	0	0	0	0	800	0	0	800
94	Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i> sp.	0	2000	0	3320	3280	0	1560	48138	58298

Tabla 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies de fitoplancton registrados por estación de monitoreo en la laguna Piticocha- Vaciante

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vaciante								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
1	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.	700	0	0	0	0	0	0	0	700
2	Charophyta	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Elakatotrichaceae	<i>Elakatothrix lacustris</i>	300	0	0	0	0	0	0	0	300
3	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium aciculare</i>	0	17	0	0	0	0	0	0	17
4	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.	100	0	0	0	0	0	0	120	220
5	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.	600	25	0	0	880	0	0	1360	2865
6	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurostrum</i> sp.	300	17	0	0	0	0	0	0	317
7	Charophyta	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra</i> sp.	0	17	159353	360	0	0	4920	720	165370
8	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.	0	983	520	480	880	0	0	1920	4783
9	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	5560	240	5800
10	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis schoroeteri</i>	500	0	0	0	0	0	0	0	500
11	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.	200	0	0	0	0	0	0	0	200
12	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Characiaceae	<i>Characium</i> sp.	0	83	0	0	0	0	0	0	83
13	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	0	1375	0	0	0	0	0	0	1375
14	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pseudopediastrum</i> sp.	0	0	480	120	0	0	0	0	600
15	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Sorastrum americanum</i>	300	0	0	0	0	0	0	0	300
16	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Stauridium tetras</i>	0	108	0	0	0	0	0	0	108
17	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Tetraëdron caudatum</i>	0	8	0	0	0	0	0	0	8
18	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Tetraëdron minimum</i>	0	8	0	0	0	0	0	0	8
19	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Radiococcaceae	-	0	0	0	0	0	0	1160	0	1160
20	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Radiococcaceae	<i>Gloeocystis ampla</i>	500	0	0	0	0	0	0	0	500
21	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Acutodesmus</i> sp.	0	33	0	0	0	0	0	0	33
22	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i> sp.	900	0	0	0	0	0	0	120	1020
23	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus</i> sp.	0	403690	0	0	0	0	1120	3160	407970
24	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bijuga</i>	400	0	0	0	0	0	0	0	400
25	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2160	360	2520

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vaciante								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
26	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i> sp.	0	0	0	120	0	0	0	0	120
27	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	200
28	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i> sp.	0	0	560	440	0	0	0	0	1000
29	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis planctonica</i>	400	0	0	0	0	0	0	0	400
30	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Botryococcus</i> sp.	0	133	0	0	0	0	0	0	133
31	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp.	0	0	600	400	0	0	0	480	1480
32	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	-	-	0	11250	0	0	0	0	0	0	11250
33	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i> sp.	1300	0	0	0	0	0	0	360	1660
34	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Aphanocapsa</i> sp.	300	0	0	0	0	0	0	0	300
35	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i>	1000	0	0	0	0	0	0	0	1000
36	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc microscopium</i>	300	0	0	0	0	0	0	0	300
37	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Scytonemataceae	<i>Scytonema</i> sp.	100	0	0	0	0	0	0	0	100
38	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.	0	58667	0	0	0	0	0	0	58667
39	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina</i> sp.	0	75	0	0	0	0	0	0	75
40	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Prochlorococcaceae	<i>Anathece</i> sp.	0	650	0	0	0	0	0	0	650
41	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria aponina</i>	1000	0	0	0	0	0	0	0	1000
42	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Leptolyngbyales	Leptolyngbyaceae	-	0	308	0	0	0	0	0	0	308
43	Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.	0	0	840	560	0	0	0	0	1400
44	Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas</i> sp.	0	0	2960	3120	0	0	0	0	6080
45	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	<i>Achnanthes</i> sp.	0	0	0	0	0	1280	0	0	1280
46	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Denticula</i> sp.	0	0	960	800	0	9120	0	0	10880
47	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	600	42	0	0	1840	0	1280	8200	11962
48	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	637410	650689	0	84656	0	680	1373435
49	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	700	0	760	560	0	1400	0	960	4380
50	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbopleura</i> sp.	0	0	0	0	0	880	0	120	1000
51	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.	0	0	480	600	0	0	0	200	1280

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vaciante								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
52	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Encyonemataceae	<i>Encyonema</i> sp.	0	0	0	0	116194	6120	0	0	122314
53	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	0	0	0	0	0	600	0	680	1280
54	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	-	0	61000	0	0	0	0	4240	330325	395565
55	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	690527	733685	121174	184252	1200	10080	1740918
56	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilariforma</i> sp.	800	0	0	0	0	0	0	0	800
57	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i> sp.	0	892	0	0	0	212470	0	0	213362
58	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i> ulna	400	0	1720	1760	8560	0	520	2240	15200
59	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.	0	0	0	160	3280	109555	1440	760	115195
60	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	<i>Diadesmis</i> sp.	500	0	0	0	0	0	0	0	500
61	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	<i>Diploneis subovalis</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	100
62	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	700	0	0	0	1280	0	0	2840	4820
63	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	600	17	1120	1120	1200	2600	1240	277207	285104
64	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i> sp.	0	108	0	0	0	0	0	0	108
65	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Craticula ambigua</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	200
66	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Craticula</i> sp.	0	17	0	80	0	1800	0	80	1977
67	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis anceps</i>	300	0	0	0	0	0	0	0	300
68	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i> sp.	0	0	2160	2080	0	0	0	800	5040
69	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Meridion</i> sp.	0	0	0	0	0	920	0	280	1200
70	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia adnata</i>	300	0	0	0	0	0	0	0	300
71	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i> sp.	0	17	0	0	0	0	0	0	17
72	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia turgida</i>	500	0	0	0	0	0	0	0	500
73	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia gibba</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	200
74	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i> sp.	0	0	0	80	0	0	0	600	680
75	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.	0	0	0	280	0	0	0	0	280
76	Miozoa	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3400	3400

Tabla 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies de zooplancton registrados por estación de monitoreo en la laguna Piticocha

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
1	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.	13000	2250	33	0	267	6000	0	267	21817
2	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropxyidae	<i>Centropxyis</i> sp.	0	0	0	0	1667	0	0	0	1667
3	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	-	0	7700	0	0	0	0	0	0	7700
4	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Alona</i> sp.	0	0	267	0	0	4000	367	0	4634
5	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Alonella nana</i>	0	0	0	0	0	2000	0	0	2000
6	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Alonella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	4267	4267
7	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Camptocercus</i> sp.	3000	0	0	0	0	0	0	0	3000
8	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Chydorus</i> sp.	0	0	100	0	700	5000	3167	0	8967
9	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	-	0	0	0	0	333	0	0	67	400
10	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.	0	0	2400	0	0	0	0	0	2400
11	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Simocephalus</i> sp.	2000	0	0	0	0	0	0	0	2000
12	Arthropoda	Copepoda	-	-	-	0	0	333	0	233	0	500	0	1066
13	Arthropoda	Copepoda	Calanoida	Centropagidae	<i>Boeckella</i> sp.	0	0	0	0	1433	0	0	0	1433
14	Arthropoda	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	-	0	0	300	0	300	0	100	933	1633
15	Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida	-	-	0	0	0	0	2100	0	0	0	2100
16	Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida	Canthocamptidae	-	0	0	0	0	0	0	1867	0	1867
17	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Orthoclaadiinae	0	0	1	0	0	0	0	0	1
18	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.	0	0	9	0	0	0	0	0	9
19	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	0	0	10	0	0	0	0	0	10
20	Arthropoda	Maxillopoda	Copepoda	Cyclopidae	<i>Mesocyclops longiset</i>	2000	0	0	0	0	4000	0	0	6000
21	Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	<i>Cypria</i> sp.	0	0	0	0	0	5000	0	0	5000
22	Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Euglyphidae	<i>Euglypha alveolata</i>	0	0	0	0	0	4000	0	0	4000
23	Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Euglyphidae	<i>Euglypha</i> sp.	0	0	0	0	267	0	0	0	267
24	Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Trinematidae	<i>Trinema enchelys</i>	6000	0	0	0	0	0	0	0	6000
25	Ciliophora	-	-	-	-	0	10100	0	0	0	0	0	0	10100

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
26	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vaginicolidae	<i>Cothurnia</i> sp.	0	1100	0	0	0	0	0	0	1100
27	Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia bacillifera</i>	0	0	0	0	0	5000	0	0	5000
28	Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia pyriformis</i>	3000	0	0	0	0	0	0	0	3000
29	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	-	-	0	12850	400	0	500	0	2067	133	15950
30	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Testudinellidae	<i>Testudinella</i> sp.	0	1100	0	0	0	0	0	0	1100
31	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	133	133
32	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella cochlearis</i>	4000	0	6400	0	0	0	0	1733	12133
33	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella quadrata</i>	10000	0	2700	50	667	0	867	0	14284
34	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i> sp.	0	0	0	550	0	0	0	0	550
35	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Platyias</i> sp.	0	0	0	0	0	0	33	0	33
36	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Epiphanidae	<i>Epiphanes macrourus</i>	0	0	0	0	0	7000	0	0	7000
37	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Euchlanidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	0	0	0	0	0	5000	0	0	5000
38	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Euchlanidae	<i>Euchlanis</i> sp.	0	10150	0	0	0	0	0	0	10150
39	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.	8000	4000	0	75	300	2000	167	1467	16009
40	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Colurella anodonta</i>	0	0	0	0	0	6000	0	0	6000
41	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Colurella</i> sp.	0	0	0	0	533	0	0	0	533
42	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Colurella uncinata</i>	0	0	0	0	0	3000	0	0	3000
43	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella ovalis</i>	0	0	0	0	0	4000	0	0	4000
44	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella patella</i>	0	0	0	0	0	3000	0	0	3000
45	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella</i> sp.	0	16050	0	0	0	0	0	0	16050
46	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Notommatidae	<i>Cephalodella gibba</i>	2000	0	0	0	0	0	0	0	2000
47	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Notommatidae	<i>Cephalodella</i> sp.	0	2000	0	0	0	0	0	0	2000
48	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Notommatidae	<i>Monommata</i> sp.	0	1050	0	0	0	0	0	0	1050
49	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra vulgaris</i>	0	0	0	0	0	3000	0	0	3000
50	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca</i> sp.	0	2150	0	0	0	0	67	0	2217
51	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Trichotriidae	<i>Trichotria</i> sp.	3000	5050	133	75	0	10000	3800	4533	26591

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
52	Tardigrada	Eutardigrada	-	-	Eutardigrada	0	5200	0	0	0	0	0	0	5200
53	Tardigrada	Heterotardigrada	Echiniscoidea	Echiniscidae	<i>Echiniscus</i> sp.	0	0	0	0	0	2000	0	0	2000

Tabla 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies de zooplancton registrados por estación de monitoreo en la laguna Piticocha

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vaciente								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
1	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.	10000	0	0	0	0	0	0	233	10233
2	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>	9000	0	0	0	0	0	0	0	9000
3	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp.	0	0	0	0	0	100	0	0	100
4	Arthropoda	Branchiopoda	-	-	-	0	6200	0	0	0	0	0	0	6200
5	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Bosminidae	<i>Bosmina</i> sp.	0	0	0	500	0	0	0	0	500
6	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	-	0	93333	0	0	0	0	267	0	93600
7	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Alona</i> sp.	6000	0	167	0	167	250	400	0	6984
8	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Chydorus</i> sp.	7000	0	1633	0	900	750	0	0	10283
9	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	-	0	0	8700	0	0	0	0	0	8700
10	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	3000	0	0	0	0	0	0	0	3000
11	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia pulex</i>	8000	0	0	0	0	0	0	0	8000
12	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.	0	6433	0	0	3900	0	0	2467	12800
13	Arthropoda	Copepoda	-	-	-	0	0	1400	767	767	200	733	2767	6634
14	Arthropoda	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	-	0	0	800	0	1267	800	0	167	3034
15	Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida	-	-	0	0	0	233	133	200	0	0	566
16	Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida	Canthocamptidae	-	0	0	0	0	0	0	133	0	133
17	Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida	Canthocamptidae	<i>Attheyella</i> sp.	3000	0	0	0	0	0	0	0	3000
18	Arthropoda	Hexanauplia	-	-	Subclase: Copepoda	0	13267	0	0	0	0	0	0	13267
19	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	-	-	0	6567	0	0	0	0	0	0	6567

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vaciente								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
20	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	0	0	14	0	0	0	0	0	14
21	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	0	0	19	0	0	0	0	0	19
22	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	0	0	3	0	0	0	0	0	3
23	Arthropoda	Ostracoda	-	-	-	0	5800	0	0	0	0	0	0	5800
24	Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Euglyphidae	<i>Euglypha alveolata</i>	4000	0	0	0	0	0	0	0	4000
25	Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Euglyphidae	<i>Euglypha rotunda</i>	3000	0	0	0	0	0	0	0	3000
26	Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Trinematidae	<i>Trinema enchelys</i>	4000	0	0	0	0	0	0	0	4000
27	Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia globulosa</i>	9000	0	0	0	0	0	0	0	9000
28	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	-	-	0	0	0	0	467	300	100	167	1034
29	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	<i>Filinia</i> sp.	0	0	0	0	0	900	0	0	900
30	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	467	0	467
31	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella cochlearis</i>	0	0	0	0	0	0	1767	133	1900
32	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella quadrata</i>	32000	0	0	0	1067	75	0	300	33442
33	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.	0	0	0	0	0	0	167	0	167
34	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella patella</i>	5000	0	0	0	0	0	0	0	5000
35	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Mytilinidae	<i>Mytilina</i> sp.	0	6233	0	0	133	0	0	0	6366
36	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Notommatidae	<i>Cephalodella gibba</i>	2000	0	0	0	0	0	0	0	2000
37	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Notommatidae	<i>Cephalodella</i> sp.	0	0	0	0	233	0	0	0	233
38	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Trichotriidae	<i>Trichotria</i> sp.	0	0	0	0	0	100	0	133	233

Tabla 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies de perifiton registrados por estación de monitoreo en la laguna Piticocha

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
1	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.	0	41	154	34	45	0	42	417	733
2	Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	-	69	0	0	89	0	0	0	0	158
3	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp.	6	0	0	12	0	0	0	0	18
4	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	33	23	0	15	0	0	0	0	71
5	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiaceae	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.	0	809	1172	31	253	2	271	833	3371
6	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.	0	25122	15450	25100	1456	0	1709	30000	98837
7	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema</i> sp.	0	0	0	12544	0	0	0	26667	39211
8	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Tetraëdron minimum</i>	16	0	15	0	26	0	0	0	57
9	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Comasiella</i> sp.	0	0	6	0	0	2	0	0	8
10	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.	0	0	235	0	0	0	334	0	569
11	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0	0	35	0	45	50	0	0	130
12	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i> sp.	0	6	8	7	0	4	0	0	25
13	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.	0	0	0	0	0	66	0	0	66
14	Dinophyta	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniopsidaceae	<i>Parvodinium</i> sp.	16	0	12	0	18	0	0	0	46
15	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	<i>Achnanthes</i> sp.	0	13000	0	11500	0	0	0	15000	39500
16	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium</i> sp.	712038	23051	0	28800	25741	2120	1313	26667	819730
17	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Denticula</i> sp.	32	0	0	1295	0	1160	0	0	2487
18	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0	62	0	109	0	0	63	63	297
19	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0	32541	0	29736	2564	1480	2292	49583	118196
20	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	0	0	0	251	854	32	792	0	1929
21	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Encyonemataceae	<i>Encyonema</i> sp.	78720	0	0	0	6582	0	0	9583	94885
22	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	-	0	0	15642	0	0	0	0	66250	81892
23	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.	448074	0	658	0	0	77000	959	0	526691
24	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i> sp.	0	0	0	0	0	10	0	0	10
25	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria ulna</i>	0	0	0	0	0	10	0	0	10

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total General
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
26	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.	80	0	0	0	1254	0	1813	32500	35647
27	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	32	254	2703	0	52	0	375	2917	6333
28	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	0	1235	24966	0	0	22	1355	23333	50911
29	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.	0	0	5	0	0	22	0	0	27
30	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp.	0	0	5	0	0	2	0	0	7
31	Nematoda	-	-	-	-	0	23	844	546	65	0	63	833	2374
32	Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Dugesidae	<i>Dugesia</i> sp.	29	0	0	21	0	0	0	0	50

Tabla 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies de perifiton registrados por estación de monitoreo en la laguna Piticocha

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vaciente								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
1	Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	Arcella sp.	0	15	219	48	412	45	0	0	739
2	Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	-	0	56	0	0	0	0	0	0	56
3	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis sp.	0	85	0	0	0	0	0	0	85
4	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	0	65	0	0	0	0	0	0	65
5	Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	Cosmarium sp.	235	0	754	578	547	770	1500	0	4384
6	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Mougeotia sp.	0	1455	1547	69743	0	0	0	0	72745
7	Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Zygnema sp.	658	0	89656	365	0	365	0	355	91399
8	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum sp.	0	58	0	0	0	85	83	0	226
9	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum sp.	0	54	0	0	0	12	21	0	87
10	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Comasiella sp.	25	0	85	0	12	42	0	0	164
11	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus sp.	0	0	2365	0	365	396	0	0	3126
12	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus sp.	0	0	0	0	54	0	479	0	533
13	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Merismopedia sp.	45	0	0	0	45	0	21	0	111
14	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	-	-	0	0	0	14222	0	0	0	10834	25056

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vaciente								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
15	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria sp.	7562	0	0	0	3256	2271	0	0	13089
16	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthaceae	Achnanthes sp.	23655	0	0	0	0	0	0	24584	48239
17	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	Achnanthidium sp.	0	2354	0	0	21457	0	0	30000	53811
18	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Denticula sp.	56455	5441	0	0	0	102494	0	0	164390
19	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sigmoidea	0	0	0	0	0	4556	0	0	4556
20	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sp.	2300	1521	0	0	2562	88872	0	2500	97755
21	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella sp.	0	56	4122	0	0	4563	0	21250	29991
22	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymboppleura sp.	0	0	41544	0	0	271	0	2375	44190
23	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Encyonemataceae	Encyonema sp.	0	0	0	0	0	45112	24167	0	69279
24	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia sp.	0	0	0	0	0	45122	13125	0	58247
25	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	-	0	0	0	65899	0	65235	0	0	131134
26	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria sp.	0	0	0	0	568	0	470000	0	470568
27	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria sp.	23565	45244	12	56222	0	56660	0	22917	204620
28	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria ulna	0	6953	0	0	0	3542	3542	0	14037
29	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia sp.	0	0	652	56322	0	0	313	500	57787
30	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula sp.	0	0	0	5214	365	0	5521	0	11100
31	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia sp.	0	25	0	32511	4215	45111	3146	22084	107092
32	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	Craticula sp.	35222	52411	0	0	0	15411	0	40000	143044
33	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	Meridion sp.	56444	0	0	24555	0	45122	0	24167	150288
34	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodia sp.	0	69	0	0	0	69	63	0	201
35	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	Surirella sp.	0	0	96	0	0	0	0	0	96
36	Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora sp.	0	0	58	0	12	0	0	0	70
37	Heterokontophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Dinobryon sp.	4844	0	0	0	4584	0	7917	0	17345
38	Miozoa	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	Peridinium sp.	41	0	0	0	89	45	21	0	196
39	Nematoda	-	-	-	-	58	68	45	110	658	41	0	63	1043

Tabla 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies de macroinvertebrados bentónicos registrados por estación de monitoreo en la laguna Piticocha

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
1	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	<i>Tubifex</i> sp.	0	0	3	3	0	0	0	0	6
2	Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	-	0	0	0	0	0	0	0	3	3
3	Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i> sp.	4	0	0	0	3	5000	0	0	5007
4	Annelida	Oligochaeta	-	-	-	3	0	0	0	0	2	0	0	5
5	Arthropoda	Arachnida	Acari	-	-	0	0	0	0	0	0	0	9	9
6	Arthropoda	Arachnida	Acari	Hydrachnidae	<i>Hydrachna</i> sp.	0	0	0	0	0	6	0	0	6
7	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Amarodytes</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	3
8	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Rhantus</i> sp.	2	0	0	0	0	2	0	0	4
9	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3	3
11	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	0	0	12	12	0	0	0	0	24
12	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	5	0	0	0	0	10	0	0	15
13	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Corynoneura</i> sp.	52	0	0	0	0	69	0	0	121
14	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus</i> sp.	172	0	0	0	6	163	0	0	341
15	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Nanocladius</i> sp.	41	0	0	0	0	52	0	0	93
16	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Onconeura</i> sp.	0	0	0	0	0	31	0	0	31
17	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Orthocladiinae	0	7	6	3	0	0	0	0	16
18	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.	58	0	0	0	0	74	0	0	132
19	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Limnophora</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	1
20	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Meridialaris</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1
21	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	0	3	15	15	0	0	18	0	51
22	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Ectemnostegella</i> sp.	3	0	0	0	0	6	0	0	9
23	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	184	0	0	0	4	142	21	9	360
24	Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	-	-	0	0	0	0	0	0	216	0	216

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Creciente								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
25	Mollusca	Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	-	0	0	0	0	0	0	0	153	153
26	Mollusca	Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	1	0	22	13	0	2	0	0	38
27	Mollusca	Gastropoda	Lymnaeida	Planorbidae	<i>Helisoma</i> sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	2

Tabla 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies de macroinvertebrados bentónicos registrados por estación de monitoreo en la laguna Piticocha

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vacante								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
1	Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i> sp.	12	0	0	99	3	0	0	0	114
2	Annelida	Oligochaeta	-	-	-	9	0	0	0	0	0	0	0	9
3	Arthropoda	Arachnida	Acari	-	-	0	0	0	7	0	0	0	16	23
4	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Amarodytes</i> sp.	16	0	0	0	0	0	0	0	16
5	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Rhantus</i> sp.	4	0	0	0	0	0	0	0	4
6	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	-	0	0	1	0	0	1	0	0	2
7	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	92	92
8	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Onychelmis</i> sp.	0	0	0	2	0	0	0	40	42
9	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	0	1	6	217	0	0	0	0	224
10	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	23	0	10	0	0	0	0	0	33
11	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Corynoneura</i> sp.	58	0	0	0	0	0	0	0	58
12	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Cricotopus</i> sp.	189	0	35	0	35	6	0	0	265
13	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Nanocladius</i> sp.	62	0	0	0	0	0	0	0	62
14	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Orthocladiinae	0	0	0	0	0	0	0	24	24
15	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Pentaneura</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	42	42
16	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Subfam.: Tanypodinae	0	1	0	0	0	0	0	0	1
17	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.	0	0	21	3	0	21	0	0	45
18	Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	-	0	0	0	0	0	0	0	16	16

N°	División	Clase	Orden	Familia	Taxon	Vacante								Total general
						E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	
19	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Andesiops</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	72	72
20	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	0	0	9	0	0	9	11	0	29
21	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Ectemnostegella</i> sp.	12	0	0	0	0	0	0	0	12
22	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Sigara</i> sp.	0	0	13	72	0	0	0	0	85
23	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	-	0	0	0	0	0	0	0	32	32
24	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	159	11	0	127	28	0	7	0	332
25	Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	-	-	0	0	0	0	0	0	12	0	12
26	Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	-	0	0	3	0	0	3	0	0	6
27	Mollusca	Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	3	0	92	0	0	81	0	0	176
28	Mollusca	Gastropoda	Lymnaeida	Planorbidae	-	0	2	0	0	0	0	0	0	2
29	Nematoda	-	-	-	-	0	0	0	96	0	0	0	0	96

Panel fotográfico



Fotografía 1: Vista Panorámica de la laguna Piticocha



Fotografía 2: Vista Panorámica de la laguna Piticocha



Fotografía 3: Colecta de macroinvertebrados bentónicos



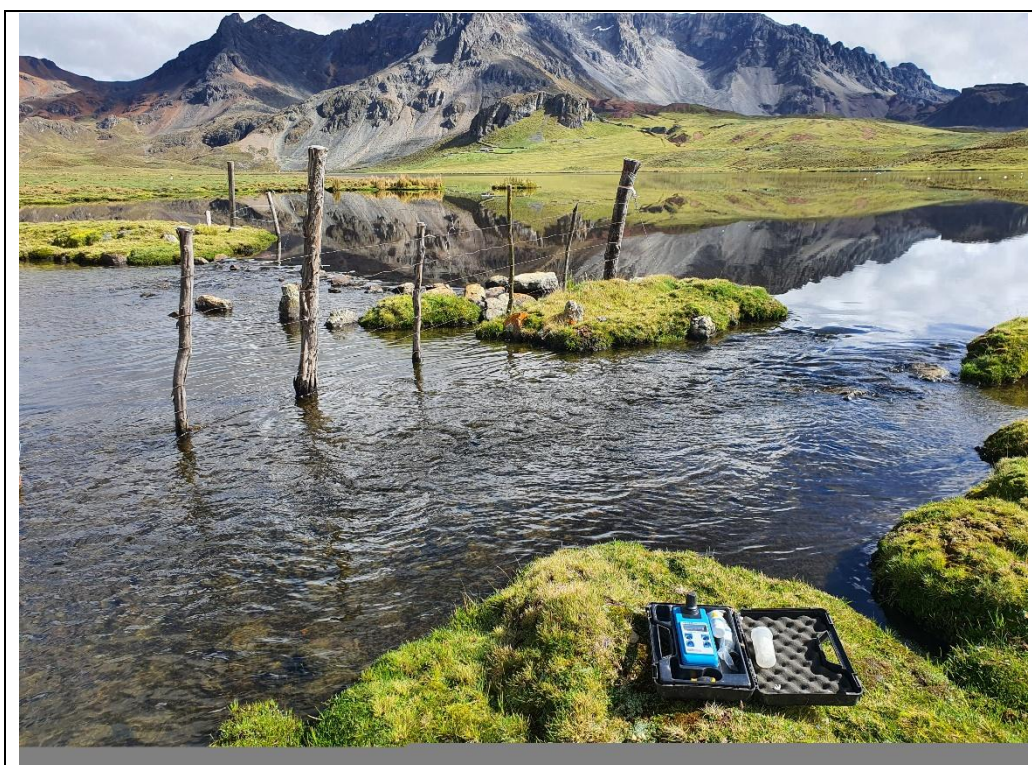
Fotografía 4: Colecta de perifiton



Fotografía 5: Colecta de Fitoplancton



Fotografía 6: Registro de parámetros físico-químicos



Fotografía 7: Registro de turbidez