



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS
SITIOS DE RECREACIÓN TURÍSTICA: DIQUES DE MERA,
SHELL Y PAMBAY DE LA PROVINCIA DE PASTAZA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE
GRADO

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERA EN ECOTURISMO

JACQUELINE MADELEYN CABRERA HUGO

Riobamba – Ecuador
2019.

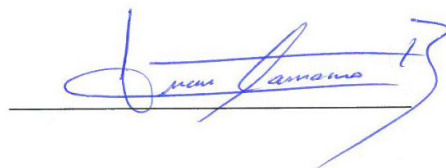
©2019, Jacqueline Madeleyn Cabrera Hugo

Se autoriza la reproducción total o parcial con fines académicos por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

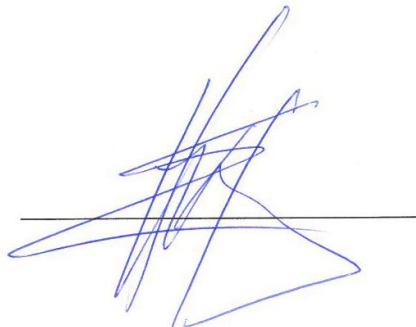
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES****ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO**

El Tribunal del Trabajo de Titulación, certifica que: la memoria de Tesis titulada “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS SITIOS DE RECREACIÓN TURÍSTICA: DIQUES DE MERA, SHELL Y PAMBAY DE LA PROVINCIA DE PASTAZA”, de responsabilidad de la señorita egresada Jacqueline Madeleyn Cabrera Hugo, ha sido prolijamente revisada por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada la presentación y defensa

JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Juan Carrasco", written over a horizontal line.

HENRI WILLIAM HERRERA MORENO
ASESOR DEL TRIBUNAL

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, written over a horizontal line.

Yo, Jacqueline Madeleyn Cabrera Hugo soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis elaborada en su totalidad con fines académicos y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Jacqueline Madeleyn Cabrera Hugo

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Jacqueline Madeleyn Cabrera Hugo, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 4 de febrero del 2019



Jacqueline Madeleyn Cabrera Hugo

Cédula de Ciudadanía: 160074450-0

DEDICATORIA

Dedico este trabajo final de investigación principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres David Cabrera y Zara Hugo por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi esposo e hijo William Cauja y Dereck Cauja por compartir momentos significativos conmigo siempre y ser mi mayor fuente de inspiración, a mis hermanos, a mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida. A mis padres, que con su demostración de padres ejemplares me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos. A mi esposo e hijo, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos. A mis hermanos y familia por su apoyo incondicional. A los Ingenieros Juan Carlos Carrasco y Henri Herrera por el apoyo constante durante todo el proceso de investigación de mi trabajo de titulación. Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Madeleyn Cabrera

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS SITIOS DE RECREACIÓN TURÍSTICA (DIQUES DE MERA, SHELL Y PAMBAY) EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.....	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. IMPORTANCIA	1
B. PROBLEMA	2
C. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS.....	4
A. GENERAL	4
B. ESPECÍFICOS.....	4
IV. HIPÓTESIS.....	5
A. HIPÓTESIS DE TRABAJO	5
1. Alternante	5
2. Nula	5
V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
A. GENERALIDADES	6
1. Macroinvertebrados	6
2. Macroinvertebrados acuáticos	7
3. Dique.....	7
4. Ambientes dulceacuícolas.....	7
5. Bentos	8
6. Bioindicador	8
7. Análisis físico químicos del agua	8
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	11
A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	11
1. Localización	11
2. Ubicación geográfica.....	11
3. Características climáticas.....	11
4. Clasificación ecológica	12
5. Características del suelo	12
6. Materiales y métodos	12
B. METODOLOGÍA	13
1. Validar el inventario de macroinvertebrados en los tres sitios de recreación turística.	13
2. Analizar los indicadores físico-químicos del agua.....	15
3. Analizar estadísticamente los indicadores biológicos y físico-químicos.....	15
4. Determinar la susceptibilidad de los indicadores biológicos identificados.	16
5. Comprobación de hipótesis	19
1. Análisis de macroinvertebrados registrados en los diques Mera, Shell y Pambay.....	19
VII. RESULTADOS.	22
A. VALIDAR EL INVENTARIO EXISTENTE DE LOS TRES SITIOS DE RECREACIÓN TURÍSTICA. ...	22
1. Caracterización del dique de Mera, Shell y Pambay.....	22

2. Inventario y abundancia de familias de macroinvertebrados recolectados en los balnearios turísticos de Mera, Shell y Pambay ubicados en la provincia de Pastaza.....	24
B. ANALIZAR LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA EN LOS TRES SITIOS DE RECREACIÓN TURÍSTICA.	29
1. Análisis físico químicos de los tres balnearios.	29
2. Similitud de los parámetros físico químicos en los puntos de muestreo.	31
C. ANALIZAR ESTADÍSTICAMENTE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS.	39
1. Abordajes multimétricos.....	39
b. Aplicación de índices de diversidad Beta en el dique de Mera, Shell y Pambay.....	44
D. DETERMINAR LA SUSCEPTIBILIDAD DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS IDENTIFICADOS. 51	51
1. Abordajes basados en los índices bióticos.....	51
VIII. CONCLUSIONES.....	64
IX. RECOMENDACIONES.....	65
X. ANEXOS.....	71
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI-1 Niveles de calidad del agua según BMWP.	17
Tabla VI-2 Niveles de calidad del agua según ABI.....	17
Tabla VI-3 Niveles de calidad del agua según IBMWP.....	18
Tabla VI-4 Frecuencias Observadas.	20
Tabla VI-5 Frecuencias Esperadas 20	20
Tabla VI-6 Determinación del estadístico de prueba.....	21
Tabla VII-1 Caracterización de los diques de Mera, Shell y Pambay.	22
Tabla VII-2 Inventario de familias de macroinvertebrados registrados en el dique de Mera, Shell y Pambay.....	25
Tabla VII-3 Análisis físico químicos de los tres balnearios.	30
Tabla VII-4 Resultados índices de diversidad Alpha con el programa primer para los diques de Mera, Shell y Pambay, en época de verano.	43
Tabla VII-5 Resultados índices de diversidad Alpha con el programa primer para los diques de Mera, Shell y Pambay en época de invierno.	43
Tabla VII-6 Similitud de Sorensen en los diques de Mera, Shell y Pambay de la provincia de Pastaza.....	45
Tabla VII-7 Anova en relación a los índices biológicos de verano-invierno	48
Tabla VII-8 Anova en relación a los índices biológicos de verano-invierno	48
Tabla VII-9. Anova en relación a los índices biológicos de verano-invierno	49
Tabla VII-10. Anova en relación a los índices biológicos de verano-invierno	50
Tabla VII-11 Datos de macroinvertebrados obtenidos durante la investigación según los índices biológicos BMWP, IMBWP, ABI e IA en el dique de Mera.	52
Tabla VII-12 Datos de macroinvertebrados obtenidos durante la investigación según los índices biológicos BMWP, IMBWP, ABI e IA en el dique de Shell.	54
Tabla VII-13 Datos de macroinvertebrados obtenidos durante la investigación según los índices biológicos BMWP, IMBWP, ABI e IA en el dique de Pambay.....	56
Tabla VII-14 Inventario de los grupos tróficos de macroinvertebrados presentes en los tres balnearios turísticos de la provincia de Pastaza.	58
Tabla VII-15 Comparación entre el índice biológico IA con el índice biológico IA1... 63	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI-1 Ubicación geográfica de los balnearios turísticos en la provincia de Pastaza.	14
Figura VII-1 Abundancia en el dique de Mera en época de verano.....	26
Figura VII-2 Abundancia en el dique de Mera en época de invierno.	26
Figura VII-3 Abundancia en el dique de Shell en época de verano.....	27
Figura VII-4 Abundancia en el dique de Shell en época de invierno.	27
Figura VII-5 Abundancia en el dique de Pambay en época de verano.	28
Figura VII-6 Relación riqueza y abundancia en el dique de Pambay en época de invierno.	28
Figura VII-7 Similitud de la demanda química de oxígeno entre los puntos de muestreo.....	31
Figura VII-8 Similitud de la demanda bioquímica de oxígeno entre los puntos de muestreo.....	32
Figura VII-9 Similitud de los sólidos suspendidos totales entre los puntos de muestreo.	33
Figura VII-10 Similitud del oxígeno disuelto entre los puntos de muestreo.	34
Figura VII-11 Similitud de los nitritos entre los puntos de muestreo.....	35
Figura VII-12 Similitud de los nitratos entre los puntos de muestreo.	36
Figura VII-13 Similitud del potencial de hidrógeno entre los puntos de muestreo.	37
Figura VII-14 Similitud de la temperatura entre los puntos de muestreo.	38
Figura VII-15 Índice de Margalef en época de verano e invierno.	39
Figura VII-16 Índice de Pielou en época de verano e invierno.....	40
Figura VII-17 Índice de Shannon en época de verano e invierno.....	41
Figura VII-18 Índice de Simpson en época de verano e invierno.....	42
Figura 20 Similitud de Sorensen.....	45
Figura VII-20 Similitud de Bray Curtis de los diques de Mera, Shell y Pambay de la provincia de Pastaza.....	47
Figura VII-21 Similitud entre los puntos de Mera en relación a los grupos tróficos. ...	59
Figura VII-22 Similitud entre los puntos de Shell en relación a los grupos tróficos. ...	60
Figura VII-23 Similitud entre los puntos de Pambay en relación a los grupos tróficos.	61
Figura VII-24 Similitud de Bray Curtis aplicado entre las familias inventariadas.	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tabla de ponderación del Índice IBMWP.....	71
Anexo 2: Tabla de ponderación del Índice ABI.	72
Anexo 3: Tabla de ponderación del Índice IBMWP.....	74

I. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS SITIOS DE RECREACIÓN TURÍSTICA (DIQUES DE MERA, SHELL Y PAMBAY) EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.

II. INTRODUCCIÓN

A. IMPORTANCIA

En el planeta tierra, habitamos un sinnúmero de seres, entre ellos: humanos, animales y plantas diferentes, esa diversidad biológica es llamada biodiversidad mundial (Vazquez, 2011), la naturaleza ha desarrollado eficientemente sus ciclos y nos ha garantizado el funcionamiento armónico, adecuado de los seres que compartimos este hábitat; la biodiversidad no solo es significativa para el ser humano, sino que es esencial para la vida del planeta, por ello es necesario conservarla (Apodaca, 2016), por cuanto no solo es importante para la supervivencia de los seres humanos, sino para todos los seres que compartimos este ambiente; sin embargo los humanos somos los principales agentes destructores, debido a las diferentes actividades que realizamos diariamente (UNESCO, 2017).

El Ecuador es considerado uno de los países con mayor biodiversidad, esto es posible, debido a una múltiple combinación de factores, como la Cordillera de los Andes, la Cuenca Amazónica y la ubicación geográfica en el centro del planeta, todos estos aspectos hacen que este país, sea un lugar perfecto para la concentración de la vida (MINTUR, 2018), la Amazonía posee una exuberante vegetación, fauna, ríos, cascadas y demás lugares que constituyen una parte importante de la biodiversidad del Ecuador (Wesseling, 2018), la belleza natural de la provincia de Pastaza, brindan las mejores opciones a los visitantes, constituyendo una parte vital del oriente ecuatoriano, esta provincia es considerada la más extensa y más rica en biodiversidad, generando oportunidades para el turismo (Amazonía, 2016).

En la provincia de Pastaza, muchos pobladores han plasmado innovadoras y diversas formas de emprendimientos, aprovechando los sitios turísticos y afluencia de turistas, para implementar y comercializar diferentes productos y obtener beneficios económicos, uno de ellos ha sido las construcciones de los balnearios turísticos, denominados diques, mismos que provocan alteraciones en las condiciones físico-químicas y biológicas de los ríos (Rojas, 2013), las afectaciones que se están generando en los ríos, pronostican afectaciones ecológicas de gran magnitud, que no han sido consideradas hace algunas décadas, las actividades antropogénicas que se desarrollan en los balnearios, afectan la calidad del agua, presentando riesgos para la salud de las personas y el equilibrio ambiental de las especies que habitan en estos sitios, tanto forestales como animales (Arce & Leiva, 2009), todos los seres humanos son conscientes de que el agua es un elemento esencial para la vida, ya que es necesaria para todos los seres vivos, para la producción de alimentos, electricidad, mantenimiento de la salud, también es requerida en el proceso de elaboración de productos industriales, medios de transporte y para asegurar la sostenibilidad de los diferentes ecosistemas (Quispe, 2014).

La provincia de Pastaza se ha caracterizado por tener una variedad de atractivos turísticos, con una exuberante flora y fauna que atrae a turistas nacionales y extranjeros, uno de las construcciones más

notables han sido los diques, que nacen de los principales ríos de la provincia y se forma una piscina natural gigante, entre ellos tenemos al dique de Mera que se forma del río tigre y es el atractivo turístico más importante que posee el cantón Mera, el dique de Shell que se encuentra en la parroquia Shell y el dique de Pambay ubicado en la ciudad de Puyo, cada uno de estos balnearios turísticos se complementan con varios servicios turísticos (Chavez, 2014).

La contaminación del agua es: física, química y biológica, y es uno de los principales problemas ambientales que posee el mundo, todos los seres humanos, las especies vegetales y animales dependen del agua para sobrevivir, hoy en día se están tomando en cuenta a los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, ya que a pesar de tener un bajo costo es muy fiable y rápido, además estos organismos presentan varios niveles tróficos y su amplia distribución y diversidad, de modo que, cualquier cambio en la estructura comunitaria implica cambios en toda la comunidad acuática, los organismos que habitan en el agua presentan adaptaciones evolutivas a las condiciones ambientales, y presentan límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas (Almería, 1996).

El estudio relacionado a indicadores biológicos (macroinvertebrados) y físico-químicos presentes en los diques de Mera, Shell y Pambay es un aporte para autoridades zonales, que les permita tomar decisiones acertadas a futuro, relacionadas a la calidad del agua de los sitios de recreación turística y al impacto de esta actividad sobre los ecosistemas acuáticos. Permitiendo así incluir en sus programas y proyectos de sus respectivos planes de Ordenamiento Territorial, el mejoramiento y conservación de estos espacios de desarrollo turístico.

B. PROBLEMA

En el Ecuador, existen escasos estudios ecológicos, respecto a la calidad del agua en base a indicadores biológicos (macroinvertebrados) y físico-químicos, algunos han sido realizados mayormente en regiones altas (> 2000 m), siendo muy pocos los estudios para tierras bajas (Campaña, 2015). En los balnearios turísticos de la provincia de Pastaza, existe una alteración del recurso hídrico, por la presencia de basura y otros desechos, debido a la afluencia de turistas, lo cual provoca alteración de la calidad de las aguas, por ende, afecta a la biodiversidad existente y a la población de la localidad. Estos sitios de recreación han sido construidos sin ninguna planificación y estudio ambiental, situación que incide en los seres vivos que se desarrollan y dependen del recurso hídrico para su supervivencia.

C. JUSTIFICACIÓN

El Ecuador es un territorio favorecido por factores geográficos únicos, como es la presencia de tres ramales de la cordillera de los Andes, accidente geográfico que le otorga diversidad de climas, por ende diversidad de producción, diversidad de flora y fauna, observatorios naturales incomparables; y, particularmente la región amazónica se caracteriza por ser una zona especial, considerada así en la Constitución del 2008 Art. 250; donde establece que “ El territorio de las provincias amazónicas forma parte de un ecosistema necesario para el equilibrio ambiental del planeta” por su biodiversidad; y, particularmente la provincia de Pastaza, posee variedad de atractivos turísticos, aprovechando de

estos espacios naturales se han desarrollado importantes obras por parte de los GADs. Provincial y cantonales, para construir infraestructura básica, y poder ofrecer a los habitantes locales y visitantes, espacios de recreación, denominados diques, lugares donde acuden actualmente muchos visitantes, especialmente los fines de semana y en días feriados (Mintur, 2015); pero lamentablemente por desconocimiento, del grado de afectación de la actividad turística en estos sitios, tomando en cuenta que, no se han realizado estudios profundos en relación a la calidad del agua de los mismos, esto hace que paulatinamente se vaya destruyendo el hábitat natural de algunas especies (Castellano & Guerrero, 2015).

Este proyecto responde a la necesidad de recopilar información confiable, y determinar técnicamente, mediante análisis biológicos y físico químicos, la calidad de agua de los tres atractivos turísticos, ubicados en la provincia de Pastaza, resultados que permitirán a las autoridades y operadoras de turismo, implementar correctivos en relación al manejo, control, conservación, protección y preservación de los ecosistemas acuáticos y contribuir a la conservación del ecosistema, mejorando así los servicios ofertados a miles de usuarios, que acuden masivamente.

III. OBJETIVOS

A. GENERAL

Determinar la calidad del agua mediante el uso de indicadores biológicos (macroinvertebrados) y físico-químicos del agua en los sitios de recreación turística: diques de Mera, Shell y Pambay de la provincia de Pastaza.

B. ESPECÍFICOS

1. Validar el inventario de macroinvertebrados en los tres sitios de recreación turística
2. Analizar los indicadores físico-químicos del agua en los tres sitios de recreación turística
3. Analizar estadísticamente los indicadores biológicos y físico-químicos
4. Determinar la susceptibilidad de los indicadores biológicos identificados

IV. HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS DE TRABAJO

1. Alternante

La actividad turística en los diques de la provincia de Pastaza afecta negativamente la diversidad de macroinvertebrados existentes en los balnearios y deterioran la calidad del agua.

2. Nula

La actividad turística en los diques de la provincia de Pastaza no afecta la diversidad de macroinvertebrados existentes en los balnearios ni deterioran la calidad del agua.

V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. GENERALIDADES

1. Macroinvertebrados

a. Definición

Se denominan macroinvertebrados acuáticos aquellos invertebrados con un tamaño superior a 500 μm , entre los que se incluyen animales como esponjas, planarias, sanguijuelas, oligoquetos, moluscos o crustáceos, entre los que se encuentran los cangrejos. Sin embargo, el grupo de invertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos. En la mayoría de éstos, los estados inmaduros (huevos y larvas) son acuáticos, mientras que los adultos suelen ser terrestres. Entre los insectos con alguna fase de su vida acuática destacan, por su abundancia y distribución, los siguientes órdenes: efemerópteros, plecópteros, odonatos, hemípteros, coleópteros, tricópteros y dípteros (Ladrera, 2012).

b. Hábitat y locomoción

Los animales de agua dulce, se pueden clasificar basándose en donde se encuentran, en el cuerpo de agua y su manera de moverse. Algunos viven en la superficie del agua, (neuston) mientras que otros permanecen suspendidos en la columna del agua (plancton) o bien nadan activamente (necton). Estos grupos generalmente no habitan en aguas con corriente y pueden ser muy abundantes y diversos en lagos y lagunas. La mayoría de los animales dulceacuícolas, viven sobre algún tipo de sustrato, ya sea en el fondo (bentos) o en los tallos de plantas acuáticas, madera, rocas, etc (Bush, 2006).

c. Alimentación

El alimento de los animales de agua dulce se puede originar dentro del ecosistema acuático (autóctono) o venir del terrestre (alóctono). Los herbívoros y carnívoros se alimentan de organismos vivos, mientras que los detritívoros se alimentan de materia orgánica en descomposición (detritus). Dentro de cada una de estas categorías se puede distinguir varios grupos funcionales, basados en su comportamiento alimenticio. Es importante anotar que el comportamiento alimenticio puede cambiar a través del ciclo de vida del animal y que algunos animales ingieren diversos tipos de alimento (son omnívoros) (Hanson, 2010).

2. Macroinvertebrados acuáticos

a. Definición

El término "Macroinvertebrados" acuático no responde a un concepto taxonómico. Es una delimitación artificial de grupos de animales invertebrados. En los cursos de agua, consideramos como Macroinvertebrados a aquellos organismos que son lo suficientemente grandes como para ser retenidos por redes de luz de malla de 250 μ m. La gran mayoría (alrededor del 80%) corresponden a grupos de artrópodos, y dentro de estos los insectos, y en especial sus formas larvianas, son las más abundantes. Los Macroinvertebrados acuáticos son organismos habitantes (al menos durante parte de su ciclo vital) de los substratos del fondo de los sistemas acuáticos (sedimentos, rocas, troncos, hojarasca, macrófitos, etc.). Son organismos ubicuos y abundantes, por lo que pueden verse afectados por perturbaciones ambientales en distintos tipos de sistemas acuáticos. Su elevado número de especies ofrece un gran número de respuestas a distintos tipos de perturbaciones, tanto físicas como químicas (contaminación orgánica, eutrofización, acidificación, alteración del hábitat, regulación de caudales, canalizaciones, etc.). Así mismo, su carácter sedentario permite análisis espaciales de las perturbaciones y su largo ciclo de vida, en comparación con otros grupos, permitiendo identificar cambios temporales en dichas perturbaciones (Tercedor, 1996).

3. Dique

a. Definición

Muro artificial para contener las aguas de los ríos, generalmente un dique es un terraplén para evitar el paso del agua, puede ser natural o artificial, por lo general de tierra y paralelo al curso de un río o al borde del mar (Collins, 2005).

4. Ambientes dulceacuícolas

a. Definición

En términos muy generales se distingue entre las aguas con corriente (ambientes lóticos) versus las aguas sin corriente (ambientes lénticos). La primera categoría incluye ríos y quebradas mientras que la segunda incluye lagos, lagunas, pantanos y el agua que se acumula en varios tipos de recipientes, desde una bromelia hasta una lata vacía. Se debe notar que puede haber sitios sin corrientes (pozas) en los ríos y por otro lado un lago puede tener olas generadas por el viento. También se distingue entre cuerpos de agua oligotróficos, con pocos nutrientes y baja productividad primaria, versus eutróficos, con muchos nutrientes y una alta productividad primaria (mucho crecimiento de algas) que a menudo genera niveles bajos de oxígeno durante la noche. Un ambiente dulceacuícola especialmente común en los bosques tropicales es el de las aguas contenidas en plantas terrestres (fitotelmata) (Decraemer, 2008).

5. Bentos

a. Definición

Es un término ecológico que se refiere a todos los organismos acuáticos que viven en los fondos marinos, lacustres (en lagos) o fluviales (en los ríos), fijos, hundidos en el sustrato o desplazándose por su superficie. Entre los organismos bentónicos fijos se pueden mencionar por ejemplo esponjas, ostra, ciertas algas y percebes. Los que se desplazan en el fondo son muchas larvas y ninfas de insectos (Treviño, 2001).

6. Bioindicador

a. Definición

Es un indicador consistente en una especie vegetal, hongo o animal; o formado por un grupo de especies (grupo eco-sociológico) o agrupación vegetal cuya presencia (o estado) nos da información sobre ciertas características ecológicas, es decir, (físico-químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales), del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio. Se utilizan sobre todo para la evaluación ambiental (seguimiento del estado del medio ambiente, o de la eficacia de las medidas compensatorias, o restauradoras). Se trata de organismos o sistemas biológicos sensibles a las variaciones en la calidad del ambiente. En cuanto se produce una alteración en su entorno, algunos seres vivos desarrollan una determinada respuesta, cambiando sus funciones vitales o su composición química o genética y pueden llegar a almacenar el agente que ha causado ese cambio. Cuando hablamos de bioindicadores nos referimos a especies que nos permiten deducir alguna característica del medio en el que está. Por lo general, se utilizan como indicadores de la calidad del hábitat; como detectores de presencia, concentración o efecto de la contaminación; como detector de cambios o alteraciones en el medio. Los bioindicadores tienen varias maneras de “manifestar su protesta” como puede ser simplemente mediante su presencia o ausencia. Otra forma es mediante malformaciones o mediante la abundancia del indicador (Fernandez, 2011).

7. Análisis físico químicos del agua

a. Definición

El análisis químico de aguas permite medir los minerales y compuestos presentes, disueltos o en suspensión. La calidad del agua se puede determinar por análisis cuantitativos en el laboratorio, tales como pH, sólidos totales (TS), la conductividad y otros elementos químicos disueltos (Catalán, 2012).

La composición química natural de las aguas puede verse alterada por actividades humanas: agrícolas, ganaderas e industriales, principalmente. La consecuencia es la incorporación de sustancias de diferente naturaleza a través de vertidos de aguas residuales o debido al paso de las aguas por terrenos tratados con productos agroquímicos o contaminados. Estas incorporaciones ocasionan la degradación de la calidad del agua provocando diferentes efectos negativos como la

modificación de los ecosistemas acuáticos la destrucción de los recursos hidráulicos riesgos para la salud incremento del coste del tratamiento del agua para su uso daño en instalaciones (incrustaciones, corrosiones, etc.) destrucción de zonas de recreo.

b. Parámetros físicos

Sólidos en suspensión: Comprenden a todas aquellas sustancias que están suspendidas en el seno del agua y no decantan de forma natural (Santos, 1992).

Temperatura: La temperatura es una de la constante física que tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se realizan en el seno del agua. Por ejemplo, en la solubilidad de los gases (entre los que es fundamental la solubilidad del oxígeno) y de las sales, así como en las reacciones biológicas, las cuales tienen una temperatura óptima para poder realizarse (Porto, 2012).

c. Parámetros químicos

pH: Se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de protones: $\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+] = -\log [\text{H}^+]$ La medida del pH tiene amplia aplicación en el campo de las aguas naturales y residuales. Es una propiedad básica e importante que afecta a muchas reacciones químicas y biológicas. Valores extremos de pH pueden originar la muerte de peces, drásticas alteraciones en la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas (por ejemplo, cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc.). El pH es un factor muy importante en los sistemas químicos y biológicos de las aguas naturales. El valor del pH compatible con la vida piscícola está comprendido entre 5 y 9. Sin embargo, para la mayoría de las especies acuáticas, la zona de pH favorable se sitúa entre 6.0 y 7.2. Fuera de este rango no es posible la vida como consecuencia de la desnaturalización de las proteínas. La alcalinidad es la suma total de los componentes en el agua que tienden a elevar el pH del agua por encima de un cierto valor (bases fuertes y sales de bases fuertes y ácidos débiles), y, lógicamente, la acidez corresponde a la suma de componentes que implican un descenso de pH (dióxido de carbono, ácidos minerales, ácidos poco disociados, sales de ácidos fuertes y bases débiles). Ambos, alcalinidad y acidez, controlan la capacidad de tamponamiento del agua, es decir, su capacidad para neutralizar variaciones de pH provocadas por la adición de ácidos o bases. El principal sistema regulador del pH en aguas naturales es el sistema carbonato (dióxido de carbono, ión bicarbonato y ácido carbónico) (Zamora1, 2009).

Demanda química de oxígeno DQO: La Demanda Química de Oxígeno es el método tradicional que reemplaza a los microorganismos y su uso del oxígeno con el uso de un reactivo oxidante fuerte, el dicromato de potasio en ácido sulfúrico y a alta temperatura. Como la cantidad de dicromato que reacciona está relacionada a la cantidad de oxígeno necesario para consumir la materia orgánica, puede estimarse el oxígeno que se consumiría junto con la materia orgánica, y ello en un tiempo de 90 minutos a 3 horas en lugar de 5 días, por lo que es mucho más práctico para controlar un proceso de tratamiento de agua (Microlab, 2018).

Demanda bioquímica de oxígeno DBO: Se define como D.B.O. de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaeróbicas facultativas: Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter, Bacillus), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l, es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes, cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla) (Durán, 1994).

Nitritos y nitratos: Los nitratos (NO_3^-) son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno, que se pueden encontrar en alimentos y aguas de bebida. Derivan principalmente del empleo de fertilizantes nitrogenados, excretas de animales, descargas de desechos sanitarios e industriales, y del uso como aditivos alimentarios (conservas de pescado y carnes), los Nitritos y Nitratos son compuestos químicos inorgánicos derivados del Nitrógeno. Los nitratos (NO_3) y los nitritos (NO_2) son aniones que contienen nitrógeno (N) y oxígeno (O) y se pueden unir a compuestos orgánicos e inorgánicos, formando sales u otros compuestos. En la naturaleza los Nitratos se convierten en nitritos y al revés (Angelo, 2016).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Pastaza, en el cantón Mera (dique de Mera), parroquia Shell (dique de Shell), y en el cantón Pastaza (dique de Pambay).

2. Ubicación geográfica

a. Coordenadas proyectadas UTM, zona 17S

Dique de Mera: Se encuentra en el cantón Mera, en las coordenadas x: 822142, y: 9838862, y z: 1094msnm.

Dique de Shell: Se encuentra en la parroquia Shell, en las coordenadas x: 827038, y: 9834657, y z: 949msnm.

Dique de Pambay: Se encuentra en el cantón Pastaza, en las coordenadas x: 833306, y: 9837225, y z: 949msnm.

3. Características climáticas

El cantón Mera perteneciente a la provincia de Pastaza tiene las siguientes características climáticas:

Temperatura: 20.2 grados centígrados

Clima: Tropical

Precipitación: La precipitación es de 4222.7 mm (Mera, 2018)

La parroquia Shell perteneciente a la provincia de Pastaza tiene las siguientes características climáticas:

Temperatura: 20.8 grados centígrados.

Clima: Tropical.

Precipitación: La precipitación es de 4400 mm (Mera, 2018).

El cantón Pastaza perteneciente a la provincia de Pastaza tiene las siguientes características climáticas:

Temperatura: 17y 24 grados centígrados.

Clima: Tropical húmedo.

Precipitación: La precipitación es de 2000 y 4000 mm (Mera, 2018).

4. Clasificación ecológica

Según (MAE, 2013), la provincia de Pastaza se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Tropical, misma que presenta las siguientes características:

a. Bosque Húmedo Tropical

Los bosques húmedos tropicales son conocidos como selvas lluviosas, y esto hace referencia a la alta pluviosidad (tasa de lluvias) que presentan estos sistemas: la cantidad de agua caída promedio bordea los 2000 a 5000 mm anuales, la que se concentra en estaciones lluviosas, sin embargo, la humedad es tal que normalmente no hay meses de sequía; esto explica la gran humedad y proliferación vegetal de estas regiones. Relacionada a la misma condición está la temperatura, la cual es alta pero no extrema, en un intervalo comprendido entre los 25° a 27° C y con un máximo de 35° C. Las condiciones de humedad y temperatura son estratificadas en el sistema, es decir bajo el dosel vegetal (bajo las ramas) es mayor que sobre el dosel vegetal (sobre las ramas), lo que permite el desarrollo de especies animales diversas y muy diferentes, como insectos especialmente adaptados a estas condiciones. La gran cantidad de lluvias genera un fuerte lavado del suelo y disolución de la roca que lo forma, lo que condiciona altas concentraciones de hierro en éstos y un color rojizo del suelo. La descomposición de materia orgánica animal y vegetal es alta, dada la temperatura y humedad, sin embargo, la dureza del suelo impide que este pase a estratos inferiores del mismo, acumulándose en la superficie (MAE, 2013).

5. Características del suelo

La Provincia de Pastaza tiene una superficie de 2.964.151,97 hectáreas aproximadamente, de las cuales 2.612.822,65 hectáreas es decir el 88,15 % corresponde a bosque primario de la Amazonia, el 6,93 % es decir 205.470,43 hectáreas se utilizan en actividades agropecuarias, el 3,26 % o sea 96.562,15 hectáreas corresponde a humedales. Otros usos del suelo corresponden a la vegetación arbustiva y herbácea con el 1,16 % es decir 34.328,79 hectáreas, en el rubro otras áreas se ubican el 0,09 % es decir 2.691,75 hectáreas, mientras que las zonas urbanas ocupan 2.454,73 hectáreas lo que significa el 0,08 %, el área indeterminada corresponde a 9.821,47 hectáreas lo que significa 0,33 %; de acuerdo al estudio realizado en el año 2008 por parte del TNC, sobre uso del suelo y cobertura vegetal, en la provincia se encuentran tierras arables, en las cuales se reduce la posibilidad de elección de cultivos anuales a desarrollar o se incrementan los costos de producción debido a la presencia de ligeras a moderadas limitaciones, por lo que existe la necesidad de usar prácticas de manejo de suelo y agua (Conservancy, 2008).

6. Materiales y métodos

a. Materiales

Los materiales utilizados en la investigación fueron: pinzas entomológicas, estacas, alcohol etílico 70%, formol, botellones de plástico, etiquetas de papel, envases de polietileno, medidor de PH portátil, bandejas, nevera portátil y tubos de ensayo.

b. Equipos

Los equipos necesarios para el trabajo de investigación son: un GPS, equipo de computación, cámara fotográfica y un estereoscopio.

B. METODOLOGÍA

El estudio de la calidad del agua en los tres balnearios turísticos de la provincia de Pastaza mediante el uso de indicadores biológicos (macroinvertebrados) y fisicoquímicos es de tipo descriptivo, cualitativo y cuantitativo, que usó técnicas de revisión bibliográfica y salidas de campo a un nivel exploratorio, analítico y prospectivo, cuyos objetivos se cumplieron de la siguiente manera:

1. Validar el inventario de macroinvertebrados en los tres sitios de recreación turística.

a. Caracterización de los balnearios turísticos.

Se trabajó con fuentes de revisión bibliográfica que permitieron levantar información secundaria para caracterizar los tres balnearios turísticos a través de datos específicos que se detallan a continuación:

- ✓ Nombre del balneario
- ✓ Extensión del balneario
- ✓ Provincia y sector donde se ubica
- ✓ Latitud
- ✓ Longitud
- ✓ Altitud del balneario
- ✓ Tipo de balneario
- ✓ Temperatura del balneario
- ✓ Reseña histórica

A través de la caracterización de los 3 balnearios turísticos presentes en la provincia de Pastaza, se obtuvo un breve acercamiento a los sitios donde se realizó la recolección de muestras de Macroinvertebrados.



Figura VI-1 Ubicación geográfica de los balnearios turísticos en la provincia de Pastaza.

b. Visita *insitu*.

Se realizaron seis salidas de campo para hacer un reconocimiento del lugar en los tres balnearios turísticos, para posteriormente planificar un itinerario de visitas a cada punto de muestreo, definiendo los sitios de muestreo en cada balneario: 1000m antes del dique (punto 1), 1000m después del represamiento (punto 3) y en el dique (punto 2).

c. Recolección de las muestras.

Durante los días de visita se trabajó utilizando los siguientes materiales para la recolección de muestras: pinzas entomológicas, bandejas plásticas, alcohol al 70%, viales de vidrio esterilizados, un termómetro y un medidor de PH portátil. Primero se procedió a identificar el lugar de muestreo, para ello se utilizó una cinta métrica y estacas para ubicar y señalar el punto de muestreo, además se realizó una georreferenciación mediante la ayuda del GPS donde se recolectó las muestras, se trabajó a nivel de rocas presentes en los balnearios ya que el fondo del río es muy rocoso, la colecta se realizó en cada punto establecido levantando rocas y con la ayuda de las pinzas entomológicas y manualmente se procedió a coleccionar los macroinvertebrados, cada individuo fue separado cuidadosamente, lavados con agua destilada y envasados en tubos y almacenados en viales de vidrio con alcohol al 70% con su respectiva etiqueta, de acuerdo a los diferentes puntos de muestreo.

d. Identificación y comparación de las muestras.

Las muestras tomadas fueron transportadas hasta el laboratorio de entomología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, posteriormente se identificó la familia, orden y clase de cada individuo colectado con la ayuda de un estereoscopio LEICA M205A, la identificación se realizó utilizando la guía para la identificación de macroinvertebrados de la universidad de Antioquía, finalmente se comparó con el inventario existente de macroinvertebrados realizado en el trabajo final de las prácticas pre-profesionales denominado “Determinación de la composición biótica de los macroinvertebrados presentes en los diques de Mera, Shell y Pambay, ubicados en la provincia de

Pastaza” (Cabrera, 2017), y se determinó si han aparecido nuevas especies o son las mismas que inventariadas previamente.

2. Analizar los indicadores físico-químicos del agua.

Se colectó una muestra de cuatro litros a nivel medio del agua en botellones de polietileno, de alta densidad esterilizado, los cuáles han sido lavados previamente con agua destilada en el propio punto de muestreo, en total se recogió 3 muestras por dique; en el punto 1, punto 2 y punto 3, una vez envasadas se etiquetó cada muestra y se guardó en neveras portátiles con hielo seco, para posteriormente ser transportadas inmediatamente al Laboratorio de calidad de agua centro de servicios técnicos y transferencia tecnológica ambiental de la ESPOCH (CESSTA) en donde se analizó las muestras de acuerdo a los siguientes parámetros: Sólidos suspendidos totales, DBO, DQO, nitratos, nitritos, PH y oxígeno disuelto. Todos los análisis fueron realizados siguiendo la metodología descrita en Standard Methods 10200 H (APHA, 1998). Los muestreos se realizaron durante las dos épocas del año, la primera en época de verano (abril, mayo y junio) y en época de invierno (octubre, noviembre y diciembre), se realizaron cuatro visitas en cada dique para la recolección de muestras.

En el momento de la toma de cada muestra se tomó *insitu* el PH mediante un PHímetro portátil, además se tomó la temperatura.

La recogida y traslado de las muestras al laboratorio se realizó según lo establecido en las normas UNE-EN 25667-2 y UNE-EN ISO 5667-3 (Aenor, 1995).

3. Analizar estadísticamente los indicadores biológicos y físico-químicos.

Para el cumplimiento del tercer objetivo se analizó los datos obtenidos en el trabajo de campo de acuerdo a los siguientes criterios:

a. Abordajes multimétricos

Un índice multimétrico es una medida integrada que intenta representar algunos aspectos de la estructura, la función u otras características de las comunidades biológicas y que corresponde con la integración de un conjunto de métricas o índices ecológicos. Este tipo de abordaje envuelve dos fases, una primera fase de selección, calibración e integración de las métricas a usar y una segunda de evaluación de las condiciones ecológicas en una determinada localidad. Algunas métricas están basadas en fundamentos teóricos de la ecología (p.e. diversidad, equidad, etc.) otras, de carácter estructural, corresponden a generalizaciones basadas en conocimiento empírico (p.e. análisis de agrupaciones taxonómicas). Este tipo de aproximaciones son los métodos de análisis más utilizados en diversos estudios sobre ecosistemas fluviales.

En efecto, la primera aproximación que se debe hacer cuando se pretende valorar la calidad biológica de una masa de agua se produce a través del estudio de los parámetros ecológicos descriptivos más elementales (riqueza específica, diversidad, dominancia y equidad, biomasa, etc.). El objetivo es reducir la complejidad de las matrices de taxones e individuos obtenidas a partir de los muestreos en índices sencillos que nos permitan evaluar las diferencias mediante el empleo de técnicas estadísticas

apropiadas. En este sentido, se tiende a considerar, en general y de forma teórica, que el aumento del estrés ambiental disminuye la riqueza taxonómica, la diversidad y la equidad, al tiempo que aumenta la dominancia, pero esta interpretación resulta ser en muchos casos una excesiva simplificación de los hechos, por lo que se hace necesario profundizar en el análisis de la situación a través de otras herramientas más complejas (Marsson; Kolkwitz, 1908,1909).

4. Determinar la susceptibilidad de los indicadores biológicos identificados.

Para la determinación de los indicadores biológicos se evaluó los grupos tróficos de acuerdo a los siguientes parámetros:

a. Abordajes basados en los índices bióticos

Los llamados índices biológicos nos permiten conocer en qué medida han resultado alteradas las comunidades, tanto en el tiempo como en el espacio. Este tipo de estudios, para el análisis de los niveles de estrés ambiental de las comunidades epicontinentales ha alcanzado una gran popularidad entre la comunidad científica.

La inmensa variedad de los índices bióticos que han ido apareciendo en la bibliografía especializada desde que (Marsson; Kolkwitz, 1908,1909), desarrollaron la idea de saprobiedad, se han definido originariamente para medir diversos grados de contaminación orgánica, pero en la práctica se vienen utilizando, en muchos casos de forma abusiva, para valorar diferentes tipos de alteración.

Los macroinvertebrados son la base de numerosos índices bióticos y tradicionalmente, el principal inconveniente ligado al cálculo de los índices bióticos se ha centrado en la correcta determinación taxonómica de los organismos. Se ha pretendido reducir esta dificultad en la práctica, aumentando la categoría taxonómica a la que debe ser identificado el material (género o familia), de manera que se tiende al empleo de índices que, siendo fiables, obvian en lo posible la dificultad del reconocimiento a nivel específico de la fauna.

b. Índices bióticos

El índice Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica por Astorga, Martinez, Springer y Flowers en el año 2008, se calcula sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones encontrados en las muestras de macroinvertebrados (Anexo 1). La puntuación se asigna en función del grado de sensibilidad a los diferentes tipos de contaminación. El puntaje es asignado una sola vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados en el sitio de estudio. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en el sitio brinda el valor final del índice, el cual, permite determinar la calidad del agua según las diferentes categorías.

Tabla VI-1 Niveles de calidad del agua según BMWP.

BMWP	NIVEL DE CALIDAD DEL AGUA
>120	Aguas de calidad excelente
101-120	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible
61-100	Aguas de calidad regular, contaminación moderada
36-60	Aguas de calidad mala, contaminadas
16-35	Aguas de calidad mala, muy contaminadas
<15	Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas

Nota: (Méndez, 2013).

El índice ABI tiene como objetivo evaluar de forma cualitativa la calidad de agua en los ríos. La identificación de los macroinvertebrados acuáticos recolectados se la realizó a nivel taxonómico de familia y orden dependiendo del caso, una vez se da un valor y se suma los puntajes obteniendo el valor del índice (Anexo 2).

Tabla VI-2 Niveles de calidad del agua según ABI.

ABI	CALIDAD	SIGNIFICADO
>96	Muy buena	Aguas muy limpias, no alteradas
59-96	Buena	Aguas ligeramente contaminadas
35-58	Moderada	Aguas contaminadas, dudosas
14-34	Mala	Aguas muy contaminadas críticas
<14	Pésima	Aguas severamente contaminadas

Nota: (Acosta, 2009).

El procedimiento para el cálculo del índice IBMWP requiere la identificación previa en campo y el procesado en laboratorio de las diferentes familias recogidas mediante el protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables (ML-Rv-I-2013) elaborado por la Dirección General del agua.

Tabla VI-3 Niveles de calidad del agua según IBMWP.

IBMWP	SIGNIFICADO
>150	Aguas muy limpias
101-150	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
36-60	Aguas contaminadas
16-35	Aguas muy contaminadas
<15	Aguas fuertemente contaminadas

Nota: (Tercedor, 2013)

Una vez procesada y analizada la muestra (en campo y laboratorio) se anotan las familias y se asignan las puntuaciones correspondientes y se van sumando hasta obtener un valor final, que será el resultado del índice IBMWP (Anexo 3).

c. Índice adaptado IA.

Se realizó un análisis con el índice IA, en base a las especies que se encontraron en los diques de Mera, Shell y Pambay ubicados en la provincia de Pastaza, se consideró la puntuación de 1,2,3 y 4, a las especies más tolerantes al cambio que se puede producir en el río, la puntuación de 5,6 y 7, a las especies poco susceptibles al cambio, y la puntuación de 8,9 y 10 a las especies más susceptibles al cambio que se produce en el río, además para determinar el grado de contaminación de todos los puntos muestreados, se consideró los siguientes rangos: del 1 al 24, aguas de calidad mala, del 25 al 49, aguas de calidad regular, del 50 al 74, aguas de calidad buena, del 75 al 100 aguas de calidad excelente en base al BMWP.

d. Evaluación de los grupos tróficos o funcionales

La diversidad funcional relaciona el número, la variabilidad y la estructura de los grupos tróficos en el ecosistema. En este contexto, en la evaluación de los grupos tróficos se establecen correspondencias entre los invertebrados acuáticos y los tipos de alimento y de estrategias alimentarias. Este abordaje amplía el espectro e intenta traducir las variaciones ocurridas en las redes tróficas de las comunidades acuáticas integrando el concepto de continuo fluvial y las posibles fuentes de stress para el ecosistema. Así, la evaluación de los grupos tróficos está diseñada para inferir las presiones que están influyendo en la disponibilidad de alimento y en la complejidad de la red trófica.

Los análisis cenóticos se realizan empleando índices comparativos que contemplan la similitud entre las distintas comunidades de diferentes estaciones o bien de la misma estación, pero en períodos de tiempo distintos. Pueden ser aplicados utilizando los datos de abundancia o presencia/ausencia de los diferentes taxones, o pueden referirse a las variaciones de la estructura trófica analizando las diferencias o similitudes entre las proporciones relativas de los distintos grupos funcionales de la comunidad (los fitófagos desmenuzadores y raspadores; los sedimentívoros y filtradores; y los depredadores). De esta forma se pueden detectar discontinuidades a lo largo del eje longitudinal de un río que son consecuencia de la respuesta de los organismos a las diferentes condiciones ambientales a las que están sometidos. Cuando estas rupturas del continuo biológico fluvial no son achacables a causas naturales, ponen de manifiesto, en la medida en que los valores de similitud entre estaciones disminuyen, el grado del impacto en términos de cambio biológico de las biocenosis (Agudelo, 2013).

5. Comprobación de hipótesis

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el programa estadístico: SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para la prueba Chi-Cuadrado.

1. Análisis de macroinvertebrados registrados en los diques Mera, Shell y Pambay

En primer lugar para poder estandarizar los registros, en grupos relativamente homogéneos, se tomó en consideración cuáles son los diques que registran actividad turística, y cuáles son los que no la registran.

a. Análisis de los Diques Mera y Pambay- Dique de Shell

El trabajo realizado en campo, permitió identificar que los diques Mera y Pambay registran actividad turística, mientras que el dique de Shell no muestra ninguna actividad, debido a factores naturales que dificultan el turismo en el sector.

1) Planteamiento de la hipótesis

Para el planteamiento de las hipótesis se tomó en consideración hipótesis: de independencia, es decir:

H_0 : y independiente de x
 H_1 : y dependiente de x

H_0 : La actividad turística en los diques de la provincia de Pastaza no afecta la diversidad de macroinvertebrados existentes en los balnearios ni deterioran la calidad del agua.

H₁: La actividad turística en los diques de la provincia de Pastaza afecta negativamente la diversidad de macroinvertebrados existentes en los balnearios y deterioran la calidad del agua.

2) Estadístico de prueba

El estadístico de prueba se calculó a partir de los datos de la muestra a través de la siguiente fórmula:

$$X_{obs}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

En este caso los resultados fueron los siguientes:

Tabla VI-4 Frecuencias Observadas.

		Número de especies registradas	
		VERANO	INVIERNO
DIQUES	MERA	197	258
	PAMBAY	396	188
	SHELL	111	157

Nota: Investigación bibliográfica, 2018

Tabla VI-5 Frecuencias Esperadas

		Número de especies registradas	
		VERANO	INVIERNO
DIQUES	MERA	92,93885602	62,06114398
	PAMBAY	110,3274162	73,67258383
	SHELL	100,7337278	67,26627219

Tabla VI-6 Determinación del estadístico de prueba

Frecuencias Observadas		Frecuencias Esperadas		$X_{obs}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$		Estadístico de prueba
197	258	92,93885602	62,06114398	0,177459581	0,265752279	
396	188	110,3274162	73,67258383	1,860596952	2,786312676	
111	157	100,7337278	67,26627219	1,046286551	1,566852766	7,7

Nota: Investigación bibliográfica, 2018

3) Determinar el valor p

Para determinar el valor p, en primera instancia se debe calcular los grados de libertad:

$$gl = (f-1)(c-1)$$

$$gl = (2-1)(3-1)$$

$$gl = 2$$

Por consiguiente, el valor p; se obtienen a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Valor p} = (X_{(2)}^2 > 7,7)$$

Valor p = 0,02124507

4) Regla de decisión

Si el valor p es \leq que alfa se rechaza H_0 (independiente) a favor H_1 (dependencia). Caso contrario no se rechaza H_0 .

5) Decisión y conclusión

A partir del valor p obtenido en la prueba Chi cuadrado, se toma la decisión de rechazar H_0 , considerando un alfa $< 0,1$. Por lo tanto existe evidencia suficiente para concluir que la actividad turística en los diques de Mera y Pambay si afecta negativamente la diversidad de macroinvertebrados existentes en los balnearios y por ende deterioran la calidad de agua.

VII. RESULTADOS.

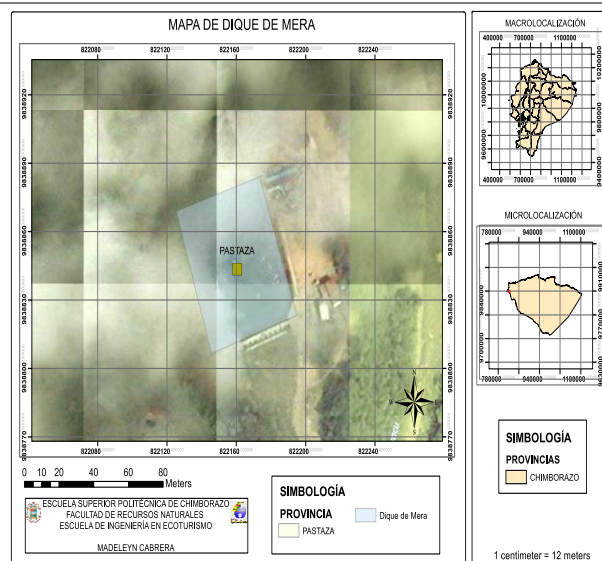
A. **VALIDAR EL INVENTARIO EXISTENTE DE LOS TRES SITIOS DE RECREACIÓN TURÍSTICA.**

1. Caracterización del dique de Mera, Shell y Pambay.

Tabla VII-1 Caracterización de los diques de Mera, Shell y Pambay.

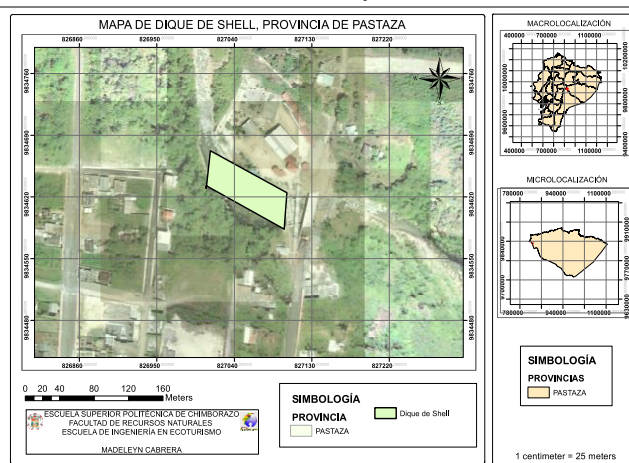
Nombre	Dique de Mera
Extensión del balneario	43m de ancho 89m largo
Provincia	Pastaza
Latitud	1°27'21" Sur
Longitud	78°6'21" Oeste
Altitud del balneario	1094msnm.
Tipo de balneario	Dique
Temperatura del agua	15°C.
Reseña histórica	Empezó la construcción en el año 1998, en la administración del Licenciado Carlos León alcalde del catón Mera, y se concluyó la obra en el año 2002 en la administración del Licenciado William Batallas, este balneario lo construyó la municipalidad de Mera en coordinación con la asociación de comerciantes (Reinoso F. M., 2013).

Imagen

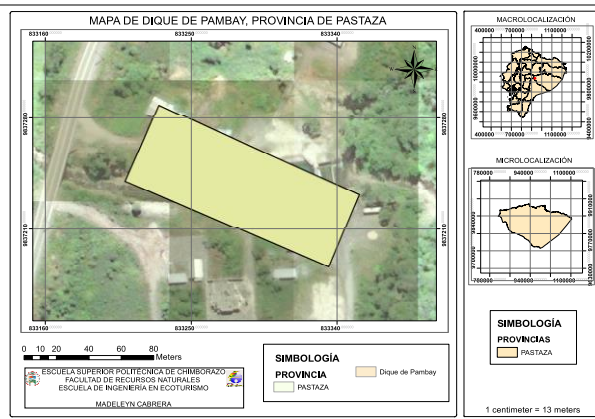


Nombre	Dique de Shell
Extensión del balneario	26.70m de ancho 83m largo

Provincia	Pastaza
Latitud	1°29'26" Sur
Longitud	78°03'31" Oeste
Altitud del balneario	1067msnm.
Tipo de balneario	Dique
Temperatura del agua	19°C.
Reseña histórica	Fue construido en el año 2002, en la administración del Ingeniero Jaime Guevara, Prefecto de la provincia de Pastaza. Este balneario lo construyó el GADPPZ.

Imagen

Nombre	Dique de Pambay
Extensión del balneario	46.60m de ancho 31.40m largo
Provincia	Pastaza
Latitud	0°59'1" Sur
Longitud	77°49'0" Oeste.
Altitud del balneario	949msnm.
Tipo de balneario	Dique
Temperatura del agua	21°C.
Reseña histórica	Fue construido en el año 2004, en la administración del Licenciado Oscar Ledesma, alcalde del cantón Pastaza. Este balneario lo construyó la municipalidad de Pastaza.

Imagen

2. Inventario y abundancia de familias de macroinvertebrados recolectados en los balnearios turísticos de Mera, Shell y Pambay ubicados en la provincia de Pastaza.

a. Inventario de familias y abundancia de macroinvertebrados registrados en el dique de Mera, Shell y Pambay.

En el análisis de las muestras de macroinvertebrados recolectados en el dique de Mera en época de verano, en los tres puntos de muestreo se obtuvieron datos específicos que detallan una abundancia de 197 individuos y una riqueza de 17 familias, por otro lado en el análisis de las muestras de macroinvertebrados recolectados en el dique de Mera en época de invierno, en los tres puntos de muestreo se obtuvieron datos específicos que detallan una abundancia de 258 individuos con una riqueza de 12 familias. En el análisis de las muestras de macroinvertebrados recolectados en el dique de Shell en época de verano, en los tres puntos se obtuvieron datos específicos que detallan una abundancia de 111 individuos con una riqueza de 13 familias, por otro lado, en el análisis de las muestras de macroinvertebrados recolectados en el dique de Shell en época de invierno en los tres puntos, se obtuvieron datos específicos que detallan una abundancia de 157 individuos y una riqueza de 14 familias. En el análisis de las muestras de macroinvertebrados recolectados en el dique de Pambay en época de verano en los tres puntos, se obtuvieron datos específicos que detallan una abundancia de 396 individuos con una riqueza de 18 familias, por otro lado, en el análisis de las muestras de macroinvertebrados recolectados en el dique de Pambay en época de invierno en los tres puntos, se obtuvieron datos específicos que detallan una abundancia de 188 individuos con una riqueza de 10 familias. Todas las muestras han sido recolectadas específicamente a nivel de roca, esto quiere decir que no hay arena en el sustrato del río en el punto seleccionado por ende las rocas son el lugar preferido por la fauna macrobéntica del balneario turístico.

Tabla VII-2 Inventario de familias de macroinvertebrados registrados en el dique de Mera, Shell y Pambay.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	DIQUE DE MERA						DIQUE DE SHELL						DIQUE DE PAMBAY					
			VERANO			INVIERNO			VERANO			INVIERNO			VERANO			INVIERNO		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Rhabditophora	Radiata	Planariidae	1	2	6	0	0	3	3	6	2	18	6	0	0	0	0	6	2	1
Entognatha	Diplura	Campodeidae	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insecta	Trichóptera	Odontoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	
Insecta	Coleóptera	Staphylinidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	7	12	13	75	76	49	9	28	3	3	23	83	203	56	14	85	28	2
Insecta	Coleóptera	Psephenidae	1	2	0	1	1	1	0	0	0	4	0	5	8	3	6	29	0	6
Insecta	Plecóptera	Perlidae	1	2	3	11	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	
Insecta	Trichóptera	Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Insecta	Trichóptera	Glossosomatidae	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	11	1	2	0	0	0	
Insecta	Hemíptera	Thyreocoridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Insecta	Odonata	Calopterygidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	56	36	7	2	1	1	3	0	1	0	0	12	4	0	5	3	0	
Insecta	Díptera	Ceratopogonidae	3	0	1	0	0	3	0	1	3	0	0	0	0	1	1	0	0	
Insecta	Megalóptera	Corydalidae	0	1	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
Insecta	Coleóptera	Elmidae	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	
Insecta	Trichóptera	Hidropsychidae	0	5	25	6	5	12	7	5	12	1	0	2	22	8	9	0	10	2
Insecta	Trichóptera	Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	
Insecta	Ephemeroptera	Euthyplociidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	
Insecta	Hemíptera	Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Hirudinea	<i>Rhynchobdellida</i>	Piscicolidae	0	0	2	0	0	2	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	
Insecta	Odonata	Aeshnidae	0	0	1	1	0	0	3	0	0	0	1	5	0	1	0	0	0	
Insecta	Odonata	Libellulidae	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	
Insecta	Lepidóptera	Pyalidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
Insecta	Hemíptera	Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	
Insecta	Hemíptera	Corixidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
Insecta	Odonata	Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	2	2	0	3	0	
Abundancia			72	63	62	99	87	72	33	49	29	29	33	95	282	75	39	134	43	11
Riqueza			9	10	12	8	5	8	11	8	6	6	6	8	14	7	11	9	4	4

En el dique de Mera en época de verano, en el punto uno y dos, se identifica a la familia *Baetidae* como la más abundante ya que posee mayor presencia de individuos, en el punto tres se identifica a la familia *Hidropsychidae* como la más significativa, además se puede evidenciar que el resto de familias presentan un porcentaje similar, ya que el número de individuos recolectados varía de uno a trece en estas familias, por otro lado en la recolección durante la época de invierno se identificó a la familia *Leptophlebiidae* como la más significativa ya que contiene mayor número de individuos en los tres puntos de muestreo.

1) Abundancia de macroinvertebrados colectados en el dique de Mera.

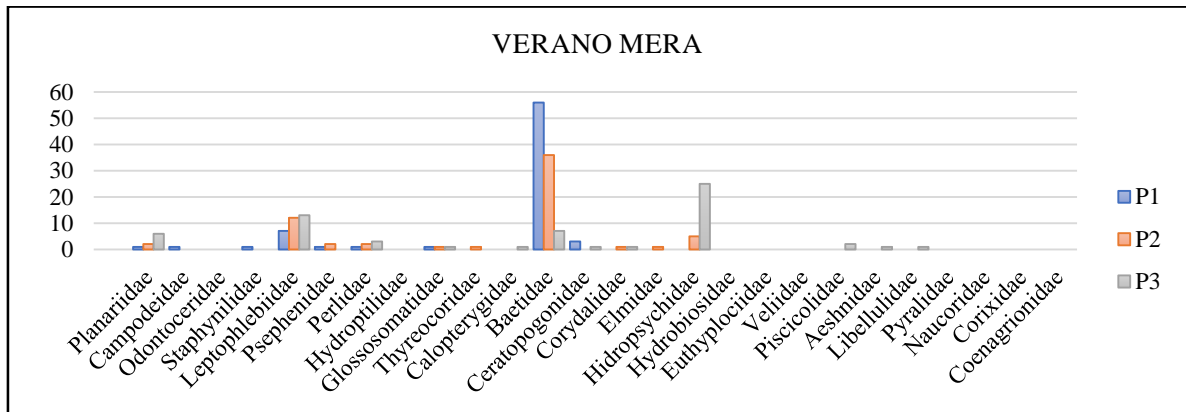


Figura VII-1 Abundancia en el dique de Mera en época de verano.

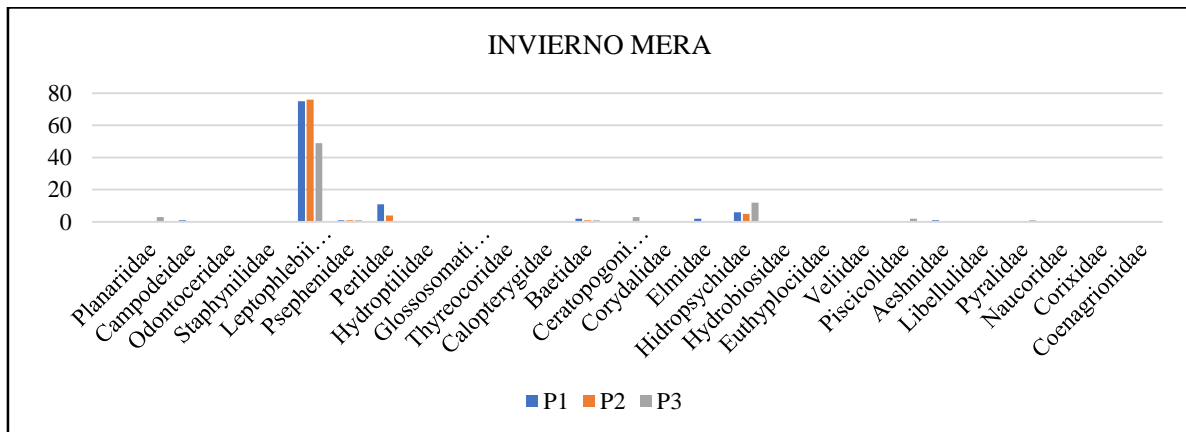


Figura VII-2 Abundancia en el dique de Mera en época de invierno.

El dique de Shell en época de verano, en el punto uno y dos, se identifica a la familia *Leptophlebiidae* como la más significativa ya que posee mayor presencia de individuos, en el punto tres se identifica a la familia *Hidropsychidae* como la más sobresaliente en cuanto al número de individuos, además se puede evidenciar que el resto de familias presentan un porcentaje similar, ya que el número de individuos recolectados varía de uno a ocho individuos en estas familias, por otro lado en el análisis realizado en época de invierno, en el punto uno, se identifica a la familia *Planariidae* como la más representativa en individuos, en el punto dos y tres se identifica a la familia *Leptophlebiidae* como la más representativa.

2) Abundancia de macroinvertebrados colectados en el dique de Shell.

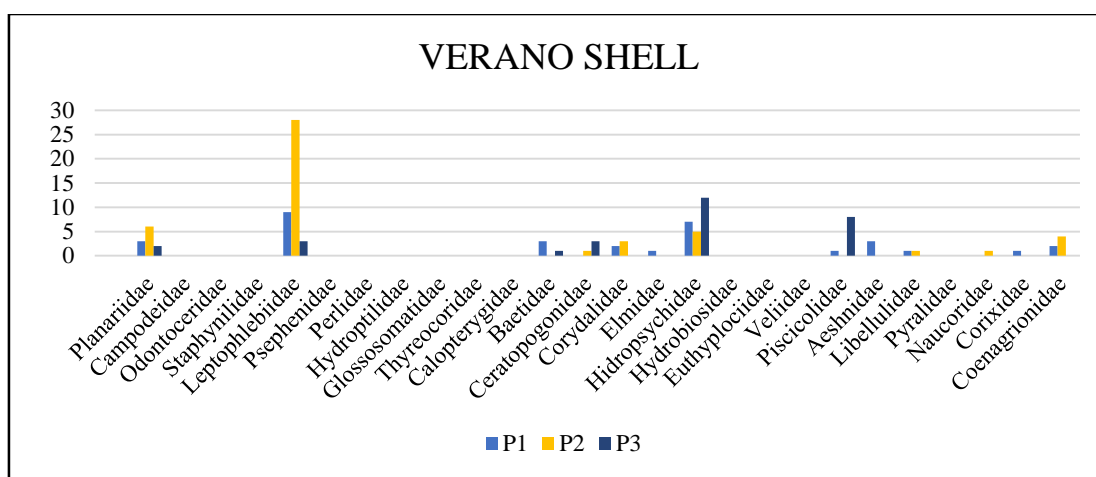


Figura VII-3 Abundancia en el dique de Shell en época de verano.

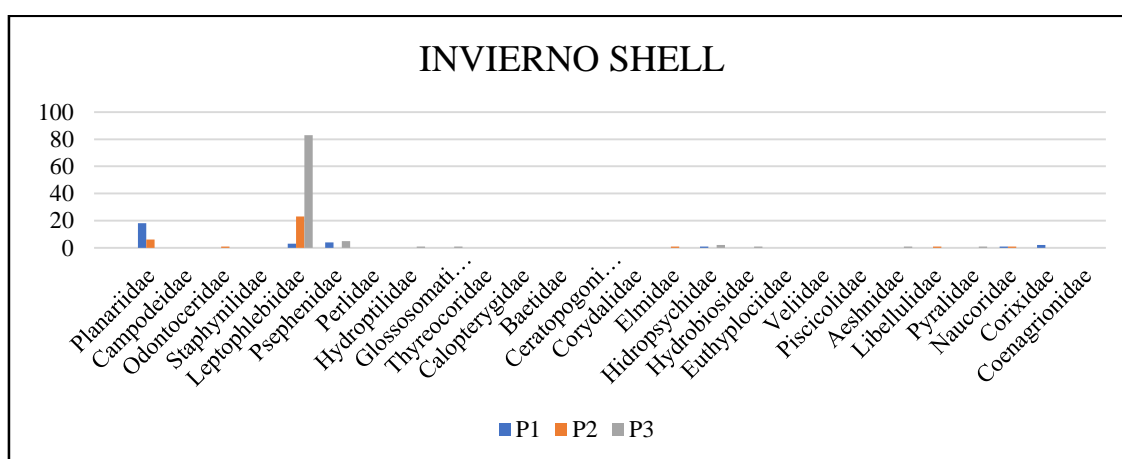


Figura VII-4 Abundancia en el dique de Shell en época de invierno.

El dique de Pambay en época de verano, en los tres puntos de muestreo de este balneario, se identifica a la familia *Leptophlebiidae* como la más significativa ya que posee mayor presencia de individuos, por otro lado, en el análisis realizado en época de invierno, en el punto uno y dos, se identifica a la familia *Leptophlebiidae* como la más representativa en número de individuos, y en el punto tres se identifica a la familia *Psephenidae* como la más representativa en cuanto al número de individuos presentes en este balneario.

3) Abundancia de macroinvertebrados colectados en el dique de Pambay.

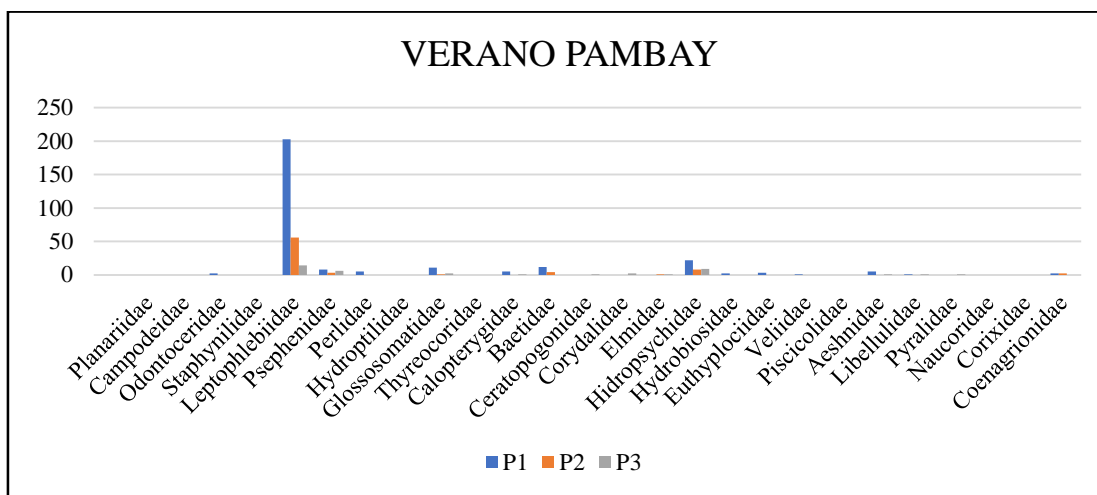


Figura VII-5 Abundancia en el dique de Pambay en época de verano.

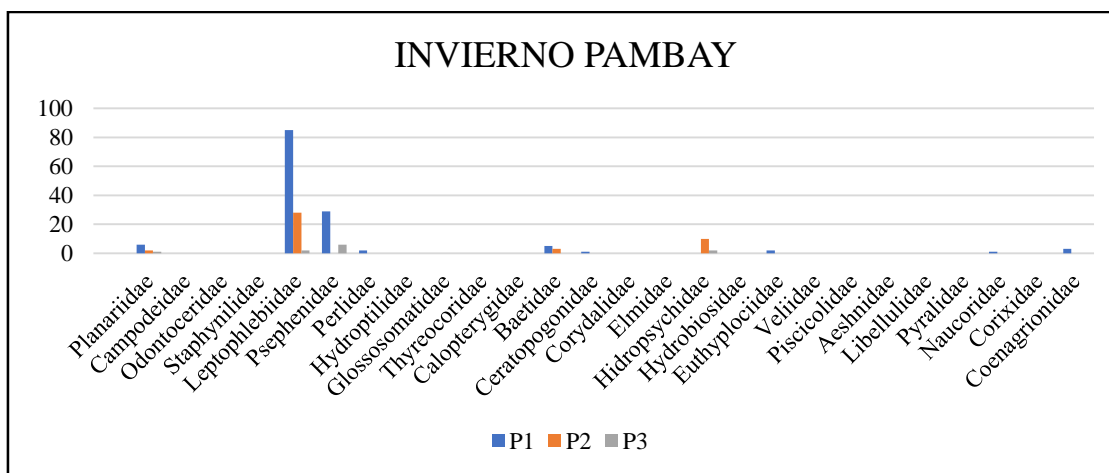


Figura VII-6 Relación riqueza y abundancia en el dique de Pambay en época de invierno.

B. ANALIZAR LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA EN LOS TRES SITIOS DE RECREACIÓN TURÍSTICA.

1. Análisis físico químicos de los tres balnearios.

Demanda química de oxígeno.- El dique de Mera muestra un mayor puntaje en el punto uno con 35 mg/l y un mínimo de 30 mg/l, lo que indica que se encuentra en una DQO apta para el desarrollo de los insectos acuáticos y vida silvestre, en el dique de Shell, muestra un máximo de 60 mg/l en el punto tres y un mínimo de 41 mg/l en el punto dos, lo que indica que en el punto tres se eleva el puntaje y pasa del límite permisible para la vida acuática, pero el punto uno y dos se encuentran dentro del rango permisible para la vida acuática y vida silvestre, en el dique de Pambay, indica un puntaje máximo de 43 mg/l y un mínimo de <30, lo que indica que se encuentra dentro del rango permisible para la vida acuática.

Demanda bioquímica de oxígeno.- El dique de Mera muestra un mayor puntaje de 9 en el punto uno y tres, y un mínimo de 8 en el punto dos, lo cuál indica que se encuentra dentro de los límites de tolerancia para la existencia de la vida acuática, el dique de Shell, muestra un puntaje máximo de 21 en el punto tres y un puntaje mínimo de 11 en el punto dos, lo cual indica que se encuentra dentro de los límites de tolerancia para la existencia de la vida acuática, a pesar de que en el punto tres se eleva considerablemente el valor con relación a los otros dos puntos, el dique de Pambay, muestra un puntaje mínimo de 6 en el punto dos y un mínimo de 13 en el punto uno, lo que indica que se encuentra dentro de los límites de tolerancia para la existencia de la vida acuática.

Sólidos suspendidos totales.- En los diques de Mera, Shell y Pambay mostró en todos los puntos un puntaje de <50 mg/l, lo cual indica que las aguas de los diques son aceptables para la vida acuática.

Oxígeno disuelto.- En los diques de Mera, Shell y Pambay mostró en todos los puntos un valor que estuvo por encima de los 5 mg/l, considerado como requisito mínimo para sustentar la vida acuática.

Nitritos.- En los diques de Mera, Shell y Pambay nos arrojó un resultado de <0.1, lo cual indica que existe una mínima cantidad de nitritos en las aguas de los tres diques, la presencia de nitritos en el agua es indicativo de contaminación de carácter fecal reciente.

Nitratos.- En el dique de Mera mostró un resultado mínimo de <2.3 en el punto dos y un valor máximo de 3.20 en el punto uno, esto indica que son seguros para la vida acuática, en el dique de Shell, mostró un valor mínimo de 6.09 en el punto tres y un valor máximo de 7.73 en el punto dos, esto indica que existen una elevación del puntaje con relación al dique de Mera, pero se encuentra dentro del rango permisible para la vida acuática, el dique de Pambay, mostró un resultado mínimo de 4.05 en el punto tres y un valor máximo de 7.96 en el punto uno, esto indica que son seguros para la vida acuática.

Potencial de hidrógeno.- Los valores de PH resgistrados en los diques de Mera, Shell y Pambay varían de 6 a 9, lo cual indica que las aguas de los tres diques son alcalinas y neutras por lo tanto son aceptables para la vida acuática.

Temperatura.- La temperatura del agua de los diques de Mera, Shell y Pambay varía desde los 15 hasta los 21°C.

Tabla VII-3 Análisis físico químicos de los tres balnearios.

PARÁMETROS	MERA			SHELL			PAMBAY		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
DQO	35	30	32	44	41	60	43	30	30
DBO	9	8	9	12	11	21	13	6	8
SST (<50)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Oxígeno disuelto	7.4	6.1	7.2	6.8	7	4	7.4	6.9	6.2
Nitritos (<0.1)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Nitratos	3.3	2.3	2.46	6.31	7.73	6.09	7.96	7.16	4.05
PH	6	7	6	7	6	7	8	7	9
Temperatura	15	16	16	19	18	19	21	21	20

2. Similitud de los parámetros físico químicos en los puntos de muestreo.

a. Demanda química de oxígeno.

Entre los nueve puntos analizados mediante la demanda química de oxígeno, se obtuvo que la mayoría de puntos se encuentran dentro del límite permisible para el desarrollo de la vida acuática, pero se puede evidenciar que el punto tres del dique de Shell sobrepasa la línea con 20 puntos.

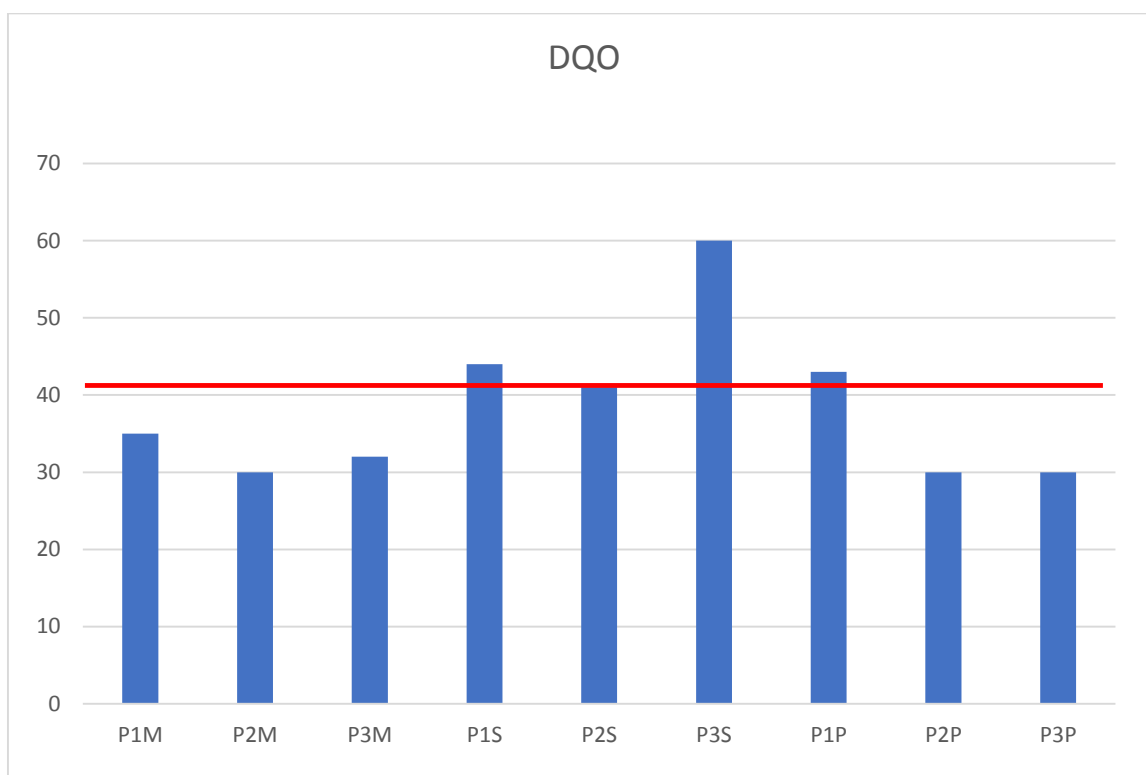


Figura VII-7 Similitud de la demanda química de oxígeno entre los puntos de muestreo.

b. Demanda bioquímica de oxígeno.

En los nueve puntos analizados mediante la demanda bioquímica de oxígeno, se pudo evidenciar que todos se encuentran dentro de los límites de tolerancia para la existencia de la vida acuática.

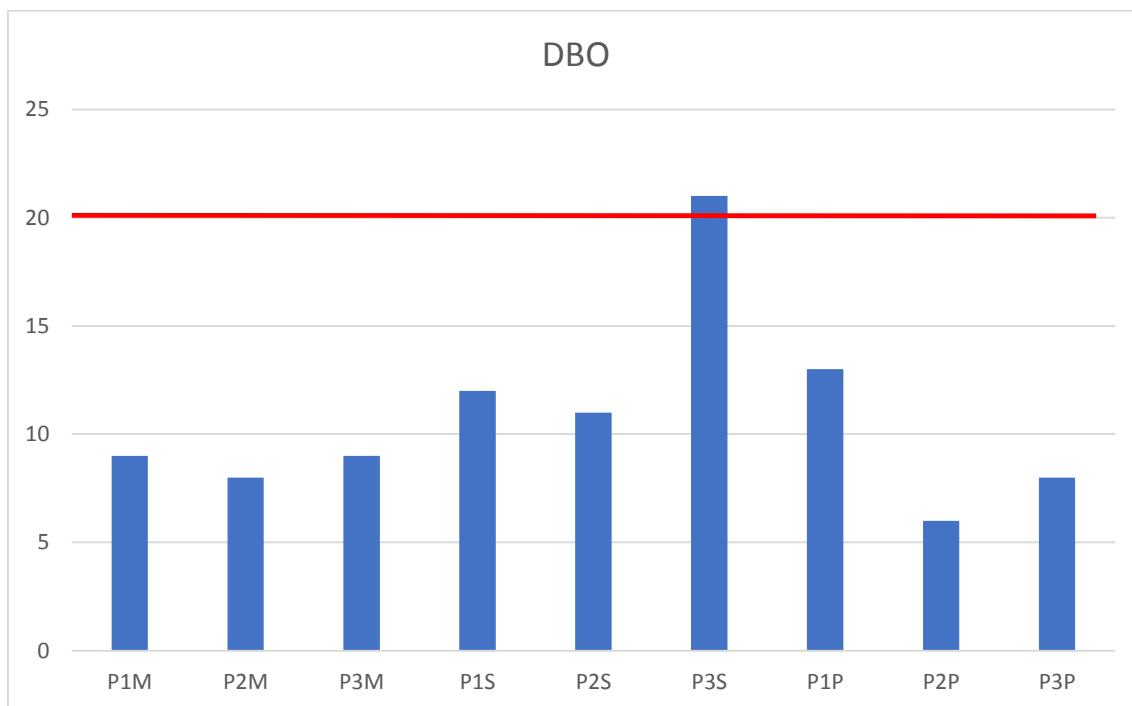


Figura VII-8 Similitud de la demanda bioquímica de oxígeno entre los puntos de muestreo.

c. Sólidos suspendidos totales.

En los nueve puntos de muestreo indica que los sólidos suspendidos totales son aceptables para la vida acuática.

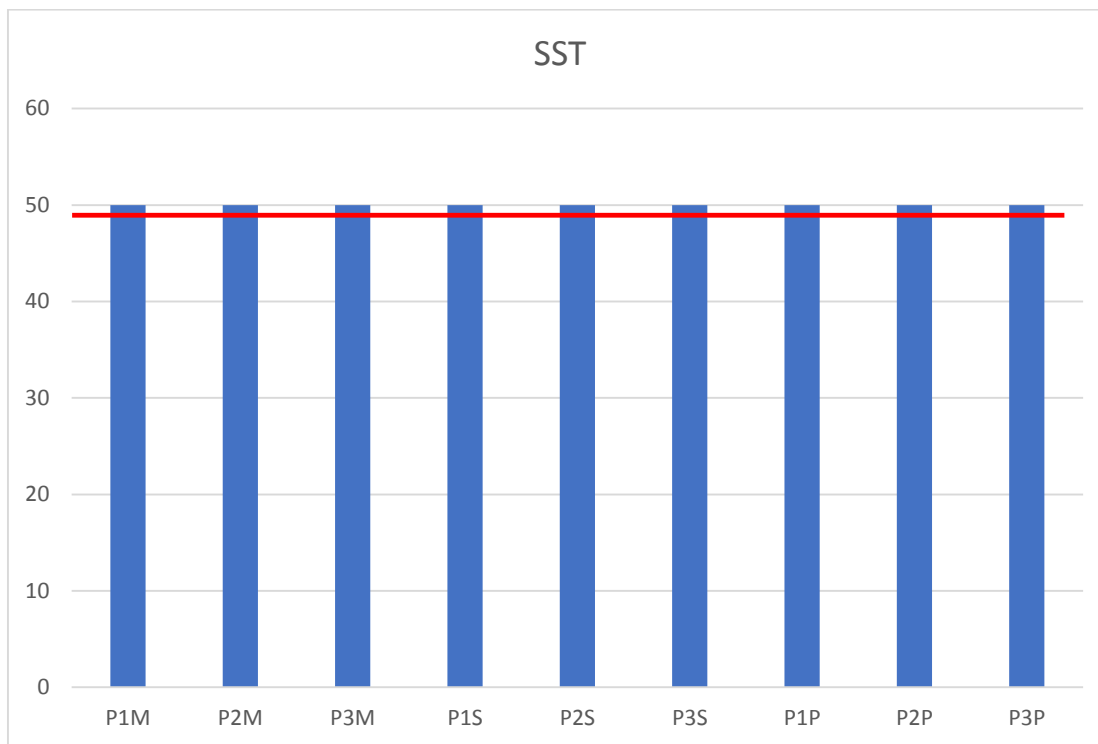


Figura VII-9 Similitud de los sólidos suspendidos totales entre los puntos de muestreo.

d. Oxígeno disuelto.

En los nueve puntos se analizó el oxígeno disuelto y se obtuvo que la mayoría de los puntos estuvieron por encima de los 5 mg/l, considerado como requisito mínimo para sustentar la vida acuática, y solamente el punto tres del dique de Shell obtiene 4 mg/l.

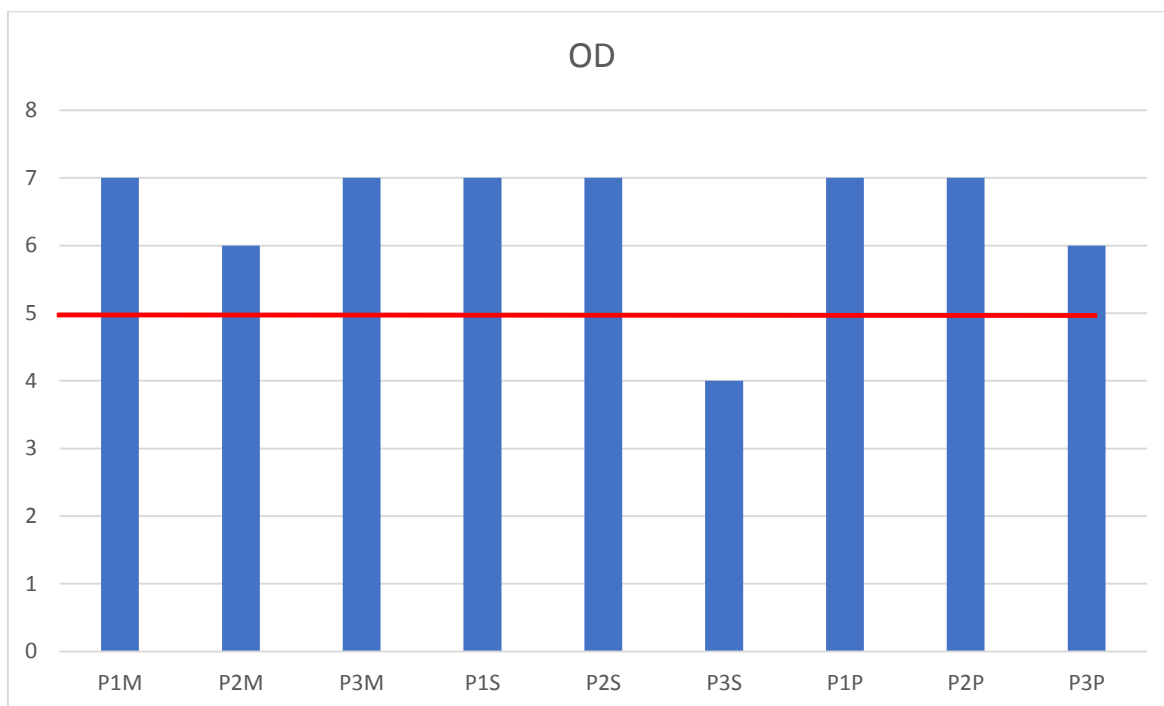


Figura VII-10 Similitud del oxígeno disuelto entre los puntos de muestreo.

e. Nitritos.

En los nueve puntos de muestreo, arrojó un resultado de <0.1 , lo cual indica que existe una mínima cantidad de nitritos en el agua, es decir, que tiene una contaminación mínima de carácter fecal reciente. Se sugiere que se realice análisis complementarios del amonio, para determinar si los nitritos provienen de humanos o de animales.

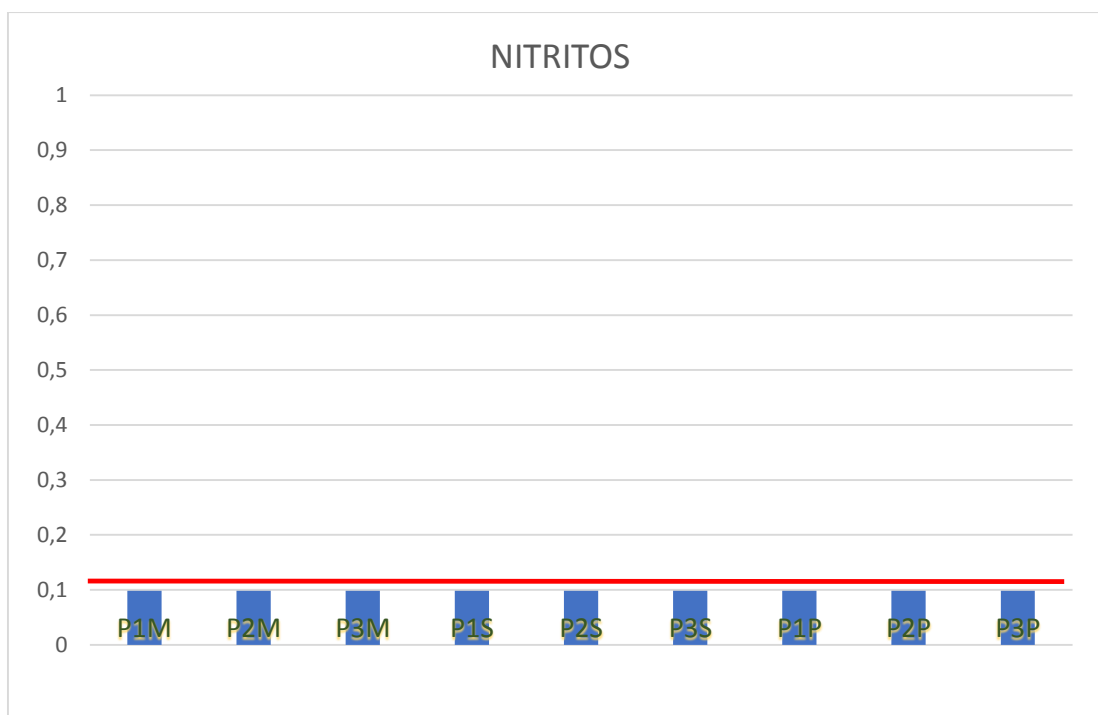


Figura VII-11 Similitud de los nitritos entre los puntos de muestreo.

f. Nitratos.

En los nueve puntos analizados, nos muestra un resultado menor a los 13 puntos establecidos los cuales indican que son generalmente seguros para la vida, los nitratos indican que existe compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno, que se encuentran de manera natural y antropogénica en el agua.

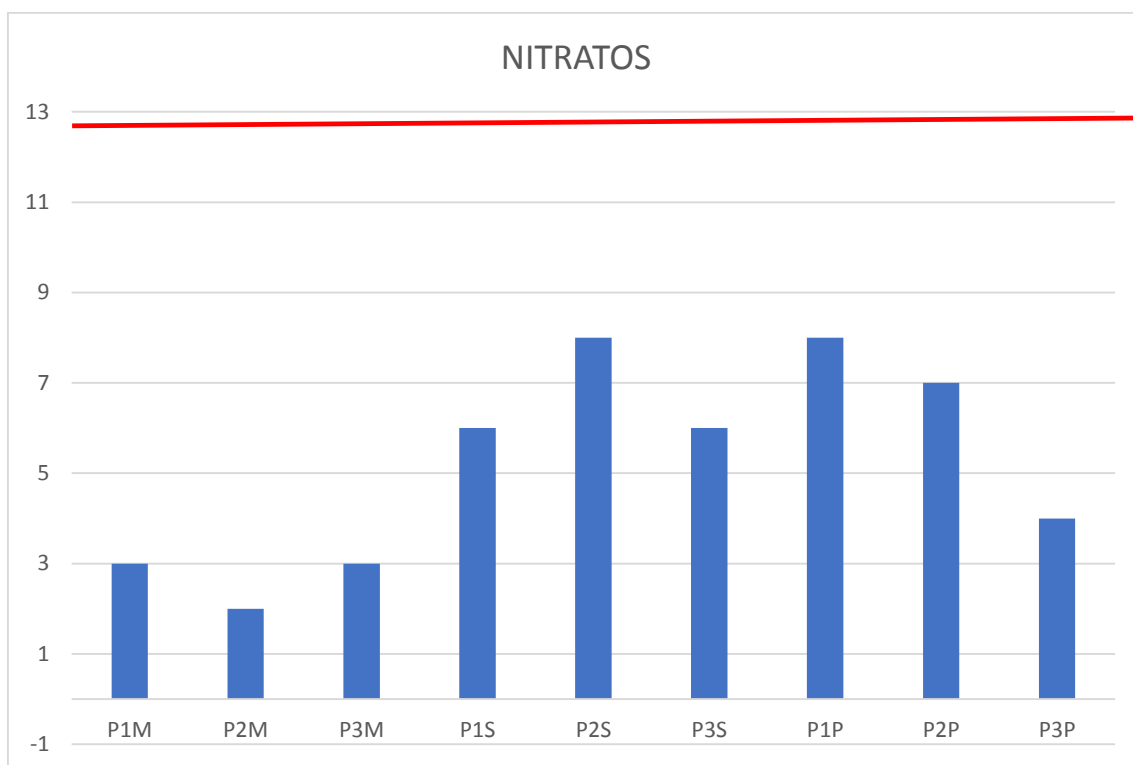


Figura VII-12 Similitud de los nitratos entre los puntos de muestreo.

g. Potencial de hidrógeno.

En los nueve puntos de muestreo indicaron que las aguas son alcalinas y neutras, por lo tanto, son aceptables para la vida acuática.

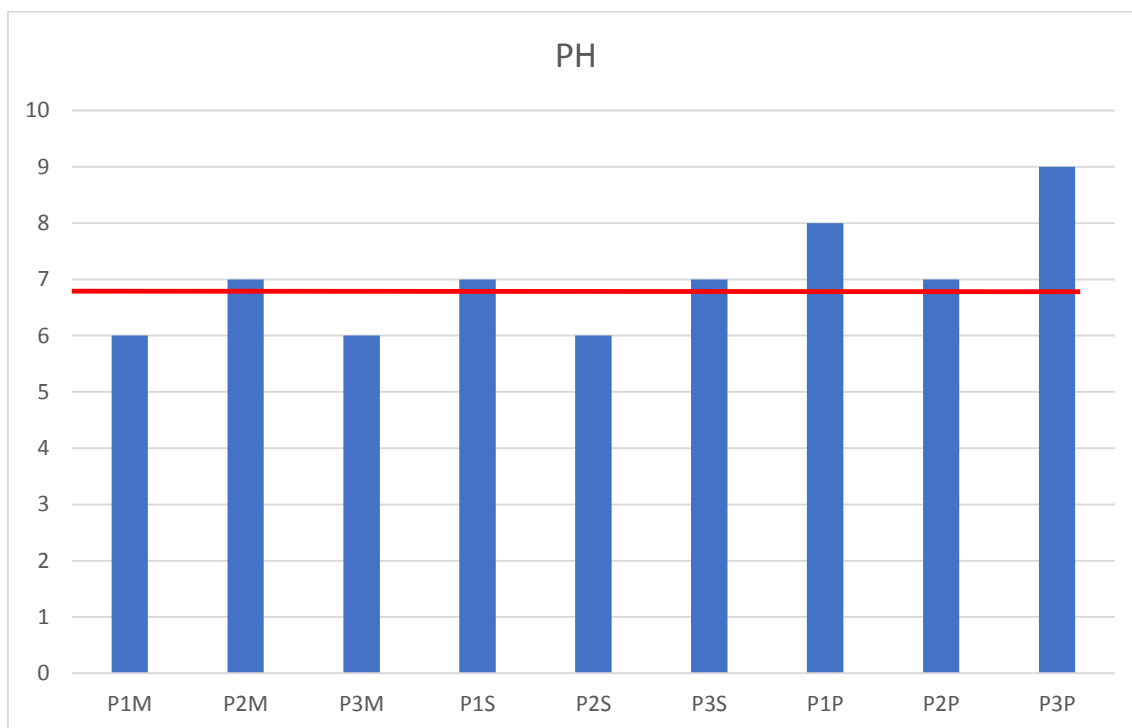


Figura VII-13 Similitud del potencial de hidrógeno entre los puntos de muestreo.

h. Temperatura.

El balneario turístico con menor temperatura en el agua fue de 15°C en el punto uno del dique de Mera, y el que obtuvo mayor temperatura en el agua fue el punto uno y dos del dique de Pambay con 21°C.

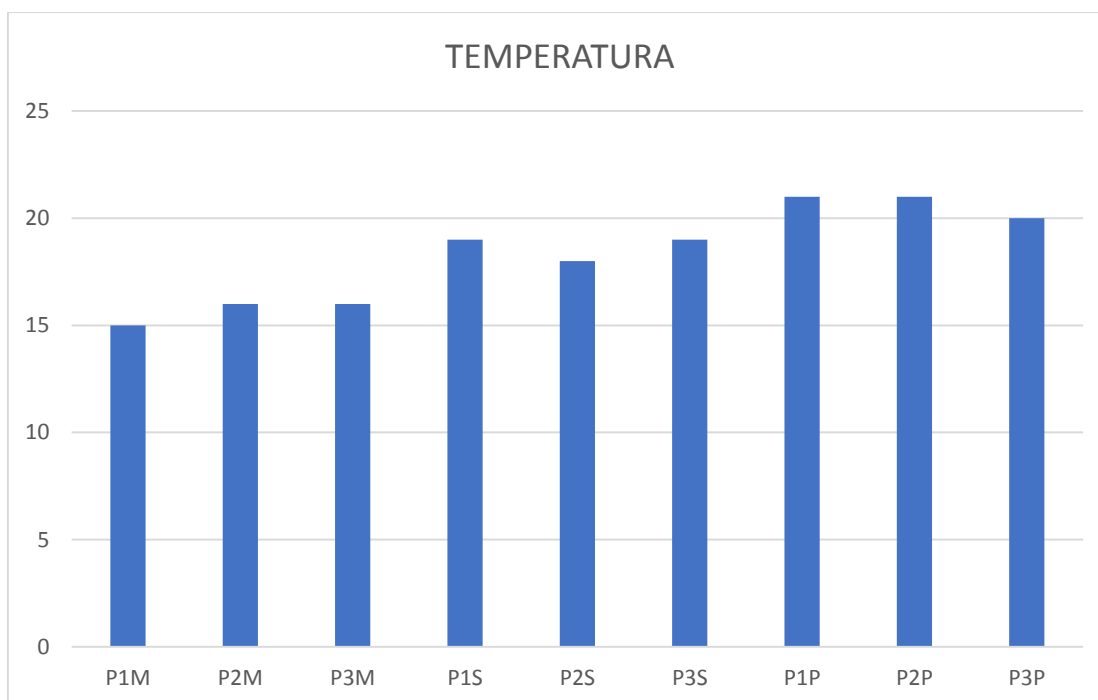


Figura VII-14 Similitud de la temperatura entre los puntos de muestreo.

C. ANALIZAR ESTADÍSTICAMENTE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS Y FÍSICO QUÍMICOS.

1. Abordajes multimétricos.

a. Determinación de los índices de biodiversidad Alpha.

1) Índice de Margalef

Según el índice de Margalef aplicado en los tres balnearios, indica que ningún punto posee una alta diversidad, solo existen puntajes que determinan una diversidad baja en las dos épocas del año.

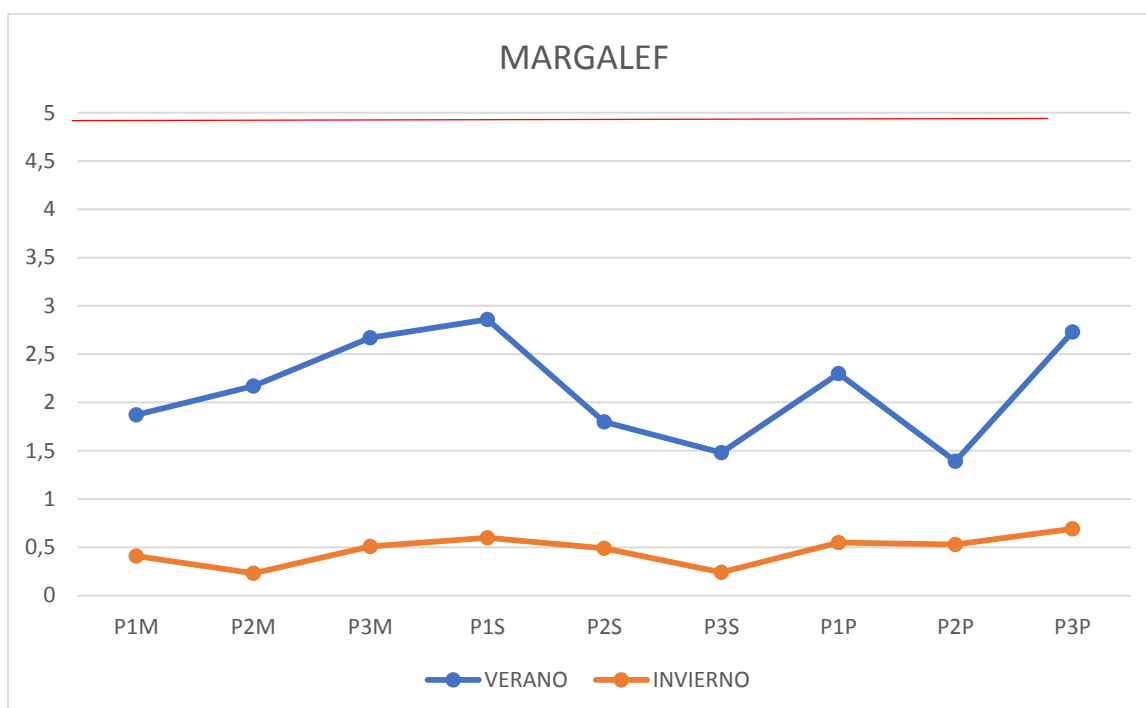


Figura VII-15 Índice de Margalef en época de verano e invierno.

2) Equidad de Pielou.

Según el índice de Pielou, mide la proporción de la diversidad observada con relación a la mínima diversidad esperada, su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes, es decir que, los puntos más cercanos a 1 son; el punto tres del dique de Mera, el punto uno del dique de Shell, el punto tres del dique de Shell y el punto tres del dique de Pambay, por otro lado, los puntos más cercanos a cero son; el punto dos del dique de Mera y el punto tres del dique de Shell.

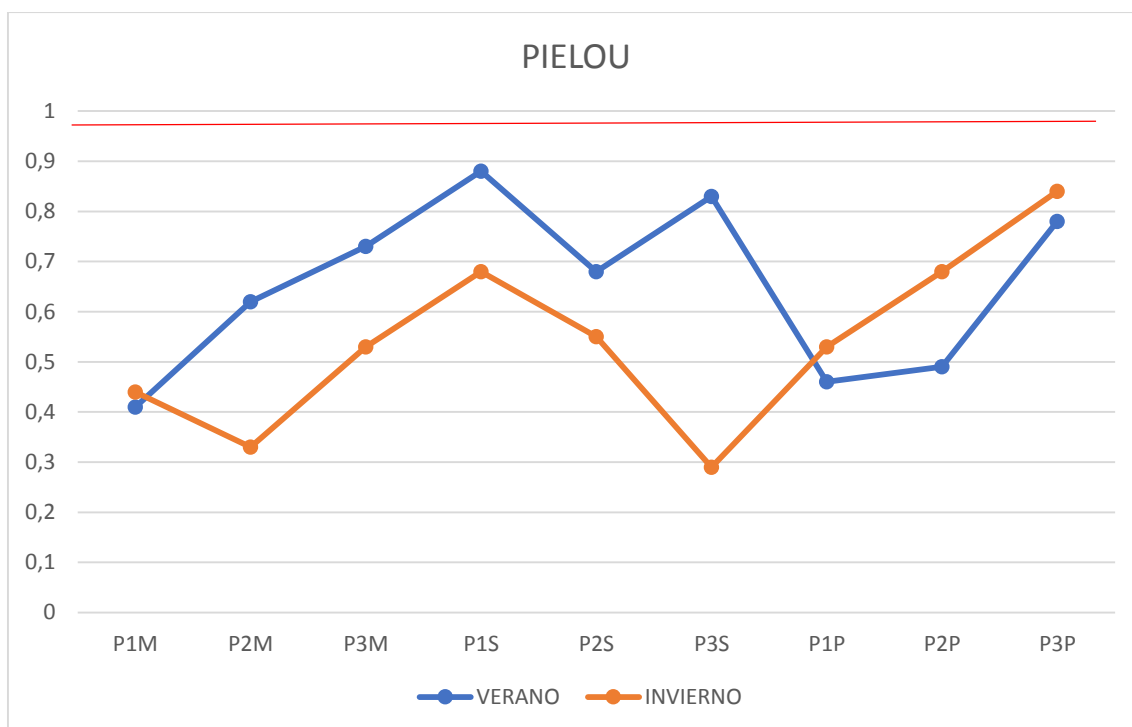


Figura VII-16 Índice de Pielou en época de verano e invierno.

3) Equidad de Shannon.

Según el índice de equidad de Shannon, en todos los puntos de muestreo tanto en época de verano como en invierno, establece que existe una diversidad baja ya que los valores no superan los 2,10.

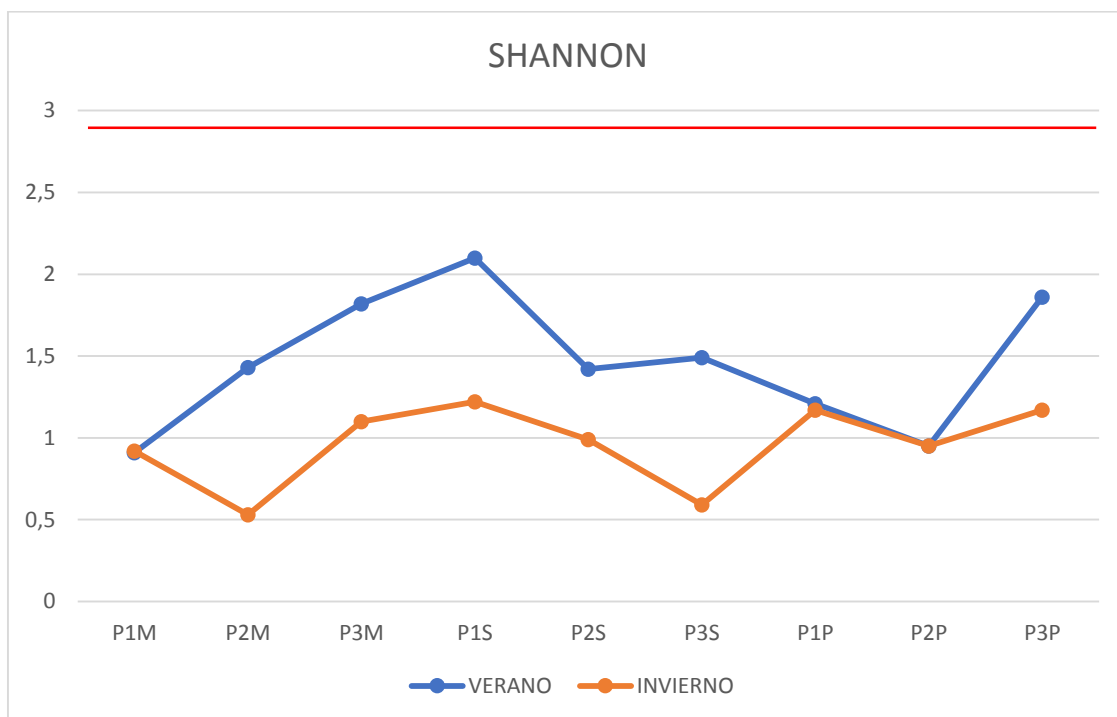


Figura VII-17 Índice de Shannon en época de verano e invierno.

4) Dominancia de Simpson.

Según el índice de dominancia de Simpson, indica que en época de verano existe una mayor diversidad de especies por lo que significa que no existe dominancia por parte de una sola especie, por otro lado, se puede apreciar que en época de invierno existe una baja diversidad por lo que existe una alta probabilidad de que, si tomamos dos individuos al azar en el sitio de muestreo, estos pertenezcan a la misma familia.

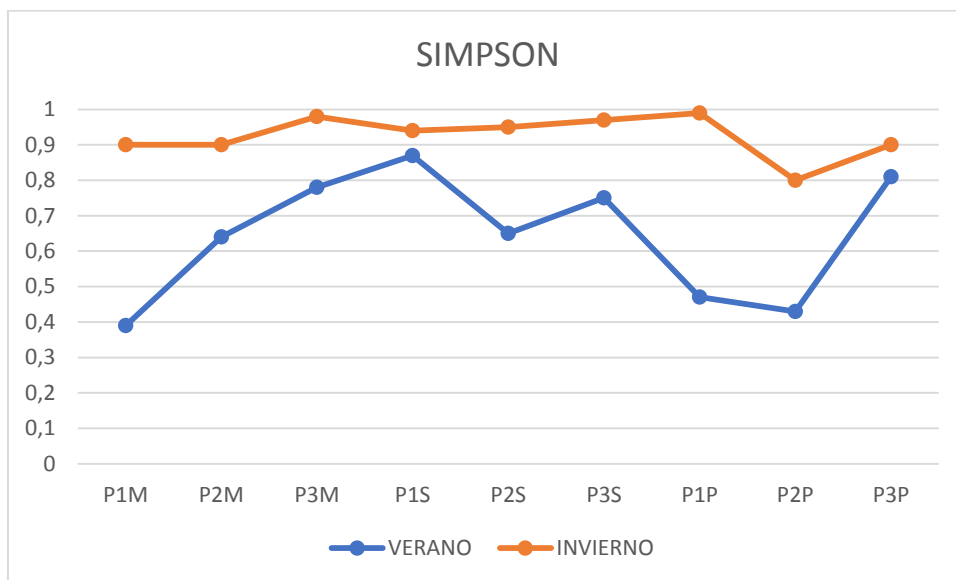


Figura VII-18 Índice de Simpson en época de verano e invierno.

Tabla VII-4 Resultados índices de diversidad Alpha con el programa primer para los diques de Mera, Shell y Pambay, en época de verano.

ÍNDICES	DIQUE DE MERA			DIQUE DE SHELL			DIQUE DE PAMBAY		
	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Familias	9	10	12	11	8	6	14	7	11
Abundancia	72	63	62	33	49	29	282	75	39
Margalef	1,87	2,17	2,67	2,86	1,80	1,48	2,30	1,39	2,73
Pielou	0,41	0,62	0,73	0,88	0,68	0,83	0,46	0,49	0,78
Shannon	0,91	1,428	1,82	2,10	1,42	1,49	1,21	0,95	1,86
Simpson	0,39	0,64	0,78	0,87	0,65	0,75	0,47	0,43	0,81

Tabla VII-5 Resultados índices de diversidad Alpha con el programa primer para los diques de Mera, Shell y Pambay en época de invierno.

ÍNDICES	DIQUE DE MERA			DIQUE DE SHELL			DIQUE DE PAMBAY		
	P 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Familias	99	87	72	29	33	95	134	43	11
Abundancia	8	5	8	6	6	8	9	4	4
Margalef	0,4131	0,2339	0,5113	0,5985	0,4924	0,2354	0,5504	0,5271	0,6909
Pielou	0,443	0,3271	0,5305	0,6812	0,55	0,2856	0,5304	0,6831	0,8429
Shannon	0,9213	0,5265	1,103	1,221	0,9854	0,5939	1,165	0,947	1,169
Simpson	0,9534	0,8957	0,9837	0,9423	0,9454	0,9654	0,9867	0,7976	0,8978

b. Aplicación de índices de diversidad Beta en el dique de Mera, Shell y Pambay.

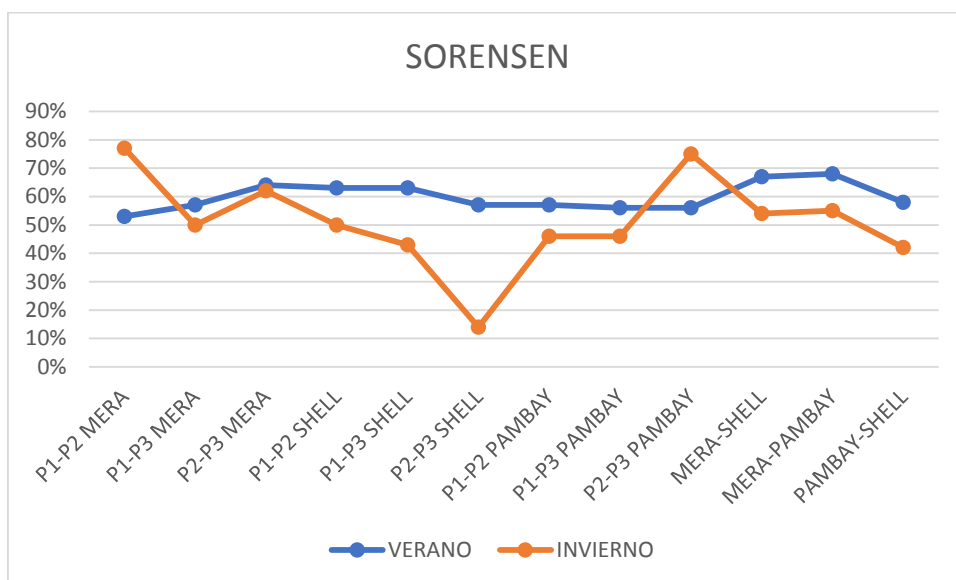
1) Similitud de Sorensen.

Según el índice de similitud de Sorensen aplicado a los balnearios turísticos de la provincia de Pastaza, en época de verano nos mostró que en el dique de Mera (1000m antes), respecto al dique de Mera (Centro), en un 53% son similares, en el dique de Mera (1000m antes), respecto al dique de Mera (1000m después), en un 57% son similares, en el Dique de Mera (Centro), respecto al dique de Mera (1000m después), en un 64% son similares, en el dique de Shell (1000m antes), respecto al dique de Shell (Centro), en un 63% son similares, en el dique de Shell (1000m antes), respecto al dique de Shell (1000m después), en un 63% son similares, en el dique de Shell (Centro), respecto al dique de Shell (1000m después), en un 57% son similares, en el dique de Pambay (1000m antes), respecto al dique de Pambay (Centro), en un 57% son similares, en el Dique de Pambay (1000m antes), respecto al dique de Pambay (1000m después), en un 56% son similares, en el dique de Pambay (Centro), respecto al dique de Pambay (1000m después), en un 56% son similares, en el dique de Mera, respecto al dique de Shell, se en un 67% son similares, en el dique de Mera, respecto al dique de Pambay, en un 68% son similares, en el dique de Shell respecto al dique de Pambay de la, en un 58% son similares, coincidentemente los tres puntos de colecta por dique se asemejan por la altura, por otro lado con respecto a los análisis realizados en época de invierno, nos mostró que en el dique de Mera (1000m antes), respecto al dique de Mera (Centro), en un 77% son similares, en el dique de Mera (1000m antes), respecto al dique de Mera (1000m después), en un 50% son similares, en el Dique de Mera (Centro), respecto al dique de Mera (1000m después), en un 62% son similares, en el dique de Shell (1000m antes), respecto al dique de Shell (Centro), en un 50% son similares, en el dique de Shell (1000m antes), respecto al dique de Shell (1000m después), en un 43% son similares, en el dique de Shell (Centro), respecto al dique de Shell (1000m después), en un 14% son similares, en el dique de Pambay (1000m antes), respecto al dique de Pambay (Centro), en un 46% son similares, en el Dique de Pambay (1000m antes), respecto al dique de Pambay (1000m después), en un 46% son similares, en el dique de Pambay (Centro), respecto al dique de Pambay (1000m después), en un 75% son similares, en el dique de Mera, respecto al dique de Shell, se en un 54% son similares, en el dique de Mera, respecto al dique de Pambay, en un 55% son similares, en el dique de Shell respecto al dique de Pambay de la, en un 42% son similares, coincidentemente los tres puntos de colecta por dique se asemejan por la altura.

Tabla VII-6 Similitud de Sorensen en los diques de Mera, Shell y Pambay de la provincia de Pastaza.

VERANO											
DIQUE DE MERA			DIQUE DE SHELL			DIQUE DE PAMBAY			MERA SHELL	MERA PAMBAY	PAMBAY SHELL
P1	P1	P2	P1	P1	P2	P1	P1	P2			
P2	P3	P3	P2	P3	P3	P2	P3	P3			
53%	57%	64%	63%	63%	57%	57%	56%	56%	67%	68%	58%
INVIERNO											
DIQUE DE MERA			DIQUE DE SHELL			DIQUE DE PAMBAY			MERA SHELL	MERA PAMBAY	PAMBAY SHELL
P1	P1	P2	P1	P1	P2	P1	P1	P2			
P2	P3	P3	P2	P3	P3	P2	P3	P3			
77%	50%	62%	50%	43%	14%	46%	46%	75%	54%	55%	42%

Figura 19 Similitud de Sorensen.



2) Similitud Bray Curtis aplicado en los diques de Mera Shell y Pambay de la provincia de Pastaza.

En la similitud de Bray Curtis aplicado en los diques de Mera, Shell y Pambay nos muestra que los puntos más similares son el punto dos de Pambay con el punto dos de Mera con un 79,53% de similitud, posteriormente tenemos al punto uno y dos del dique de Mera con un 79,21% de similitud, muy seguido tenemos al punto tres del dique de Mera con el punto tres del dique de Shell con un 72,88% de similitud, por otro lado los puntos menos similares son el punto uno del dique de Mera con el punto dos del dique de Shell con un 43,90% de similitud, muy seguido tenemos al punto dos del dique de Shell con el punto tres del dique de Shell con un 45,69% de similitud

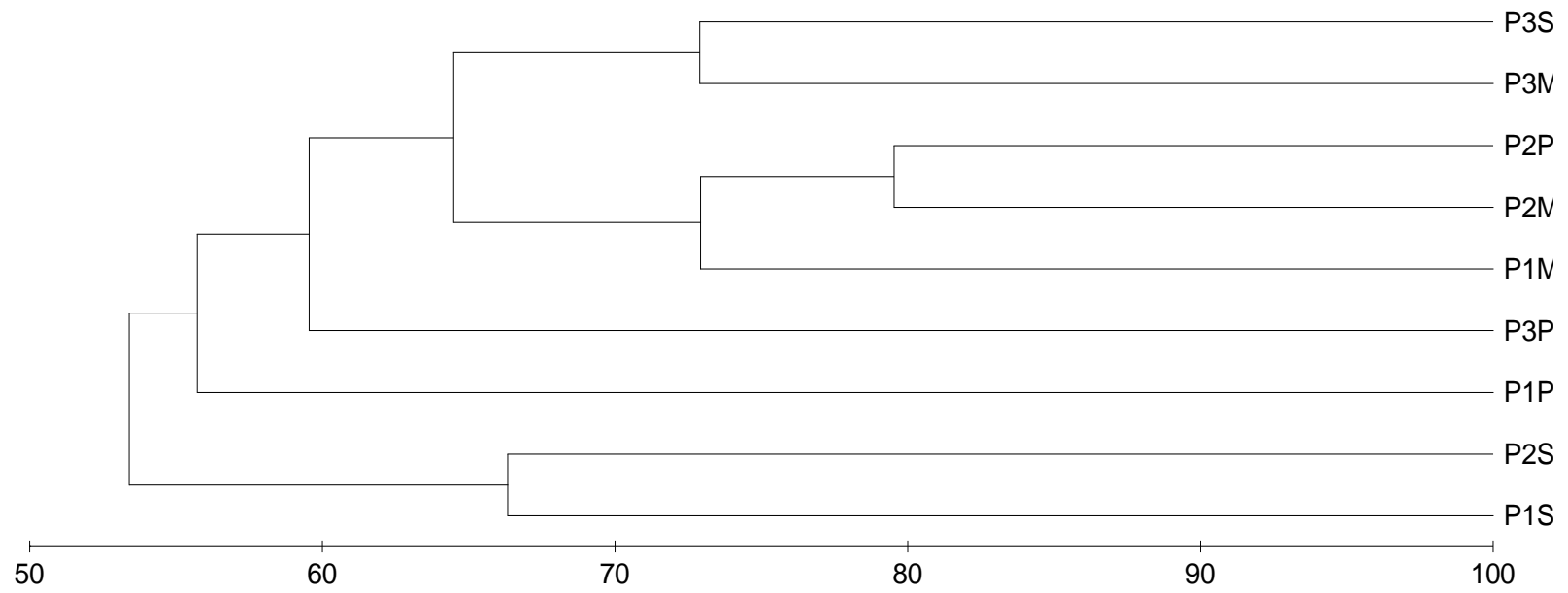


Figura VII-20 Similitud de Bray Curtis de los diques de Mera, Shell y Pambay de la provincia de Pastaza.

c. Aplicación del análisis estadístico Anova.

Tabla VII-7 Anova en relación a los índices biológicos de verano-invierno

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
BMWPP2VMERA	Between Groups	2427.717	7	346.817	70.893	.008
	Within Groups	92.950	19	4.892		
	Total	2520.667	26			
ABIP3VMERA	Between Groups	5033.050	7	719.007	64.152	.000
	Within Groups	212.950	19	11.208		
	Total	5246.000	26			
IAP3VMERA	Between Groups	2912.467	7	416.067	42.005	.004
	Within Groups	188.200	19	9.905		
	Total	3100.667	26			

Nota: Investigación bibliográfica, 2018

La tabla número VII-7 que corresponde al análisis Anova en base a las variables índices biológicos de verano- invierno, se pudo determinar que de acuerdo a todos y cada uno de los valores de significancia que arrojan valores < 5 , siendo significativos importantes, nos demuestra que una cantidad promedio de macroinvertebrados en al menos una familia es diferente a los demás puntos tomados en la época de invierno.

Tabla VII-8 Anova en relación a los índices biológicos de verano-invierno

ANOVA/DIQUE MERA/ÍNDICE BMWP					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
BMWPP2VMERA					
Between Groups	2426.667	6	404.444	86.052	.004
Within Groups	94.000	20	4.700		
Total	2520.667	26			

Nota: Investigación bibliográfica, 2018

La tabla número VII-8 que corresponde al análisis Anova en base a las variables índices biológicos de verano- invierno, se pudo determinar que de acuerdo a las variables BMWPP2VMERA (Índice Biológico BMWP, Punto 2 en Verano en el Dique de Mera) y BMWPP2IMERA (Índice Biológico BMWP, Punto 2 en Invierno) nos arroja un valor de significancia de 0,004, lo que corresponde a que al ser < 5 es significativo importante, indica que una cantidad promedio de macroinvertebrados en al menos una familia es diferente a los demás puntos tomados en la época de invierno.

Tabla VII-9. Anova en relación a los índices biológicos de verano-invierno

ANOVA/DIQUE SHELL/ÍNDICE ABI					
ABIP1VSHELL	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3076.437	6	512.739	60.610	.008
Within Groups	169.193	20	8.460		
Total	3245.630	26			

Nota: Investigación bibliográfica, 2018

La tabla número VII-9 que corresponde al análisis Anova en base a las variables índices biológicos de verano- invierno, se pudo determinar que de acuerdo a las variables ABIP1VSHELL (Índice Biológico ABI, Punto 1 en Verano en el Dique de Shell) y ABIP1VSHELL (Índice Biológico ABI, Punto 3 en Invierno) nos arroja un valor de significancia de 0,008, lo que corresponde a que al ser < 5 es significativo importante, indica que una cantidad promedio de macroinvertebrados en al menos una familia es diferente a los demás puntos tomados en la época de invierno, tomando en consideración que en la época verano se registró menos especies que en invierno.

Tabla VII-10. Anova en relación a los índices biológicos de verano-invierno

ANOVA					
IAP1VPAMBAY					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6913.968	4	1728.492	105.991	.009
Within Groups	358.773	22	16.308		
Total	7272.741	26			

Nota: Investigación bibliográfica, 2018

La tabla número VII-10 que corresponde al análisis Anova en base a las variables índices biológicos de verano- invierno, se pudo determinar que de acuerdo a las variables IAP1VPAMBAY (Índice Biológico AI, Punto 1 en Verano en el Dique de Pambay) y IAP1VPAMBAY (Índice Biológico AI, Punto 3 en Invierno) nos arroja un valor de significancia de 0,009, lo que corresponde a que al ser < 5 es significativo importante, indica que una cantidad promedio de macroinvertebrados en al menos una familia es diferente a los demás puntos tomados en la época de invierno.

D. DETERMINAR LA SUSCEPTIBILIDAD DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS IDENTIFICADOS.

1. Abordajes basados en los índices bióticos.

a. Índices bióticos del dique de Mera.

En la provincia de Pastaza se realizaron dos monitoreos en el dique de Mera, el primero en época de verano y el segundo en época de invierno, el resultado final de nuestro estudio según la utilización del índice BMWP, nos muestra que el máximo puntaje es de 53 que corresponde al punto tres en época de verano, lo que indica que las aguas son de calidad mala, contaminadas, y por otro lado el menor puntaje corresponde al punto dos en época de invierno con 30 puntos, lo que indica que son aguas de calidad mala, muy contaminadas, según el índice ABI, nos muestra un puntaje máximo de 74 que corresponde al punto tres en época de verano, lo que indica que las aguas son de calidad buena, aguas ligeramente contaminadas y un puntaje mínimo de 29, que pertenece al punto dos en época de invierno, lo que indica que son aguas de calidad mala, aguas muy contaminadas críticas, según el índice IBMWP, nos muestra un puntaje máximo de 54 que corresponde al punto dos en época de verano, lo que indica que son aguas contaminadas, y un puntaje mínimo de 34, que indica que son aguas muy contaminadas, y según el índice adaptado IA, nos muestra un puntaje máximo de 57 que corresponde al punto tres en época de verano, lo cual indica que son aguas de calidad buena, y un puntaje mínimo de 25 que corresponde al punto dos en época de invierno, lo que indica que son aguas de calidad regular.

Tabla VII-11 Datos de macroinvertebrados obtenidos durante la investigación según los índices biológicos BMWP, IMBWP, ABI e IA en el dique de Mera.

ÍNDICES BIOLÓGICOS																								
DIQUE DE MERA																								
FAMILIA	BMWP						ABI						IBMWP						IA					
	P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3	
	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Planariidae	5	0	5	0	5	5	5	0	5	0	5	5							2	0	2	0	2	2
Ceratopogonidae	3	0	0	0	3	3	4	0	0	0	4	4	6	0	0	0	6	6	5	0	0	0	5	5
Campodeidae																			1	0	0	1	0	0
																			0		0			
Leptophlebiidae	6	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1
							0	0	0	0	0	0												
Staphylinidae	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0							1	0	0	0	0	0
																			0					
Corydalidae	0	0	5	0	5	0							0	0	6	0	6	0	0	0	5	0	5	0
Elmidae	0	4	4	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	5	5	0	0	0
Thyreoceridae																			0	0	1	0	0	0
																					0			
Baetidae	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Hidropsychidae	0	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	0	2	2	2	2	2
Calopterygidae							0	0	0	0	8	0		0	0	0	5	0		0	0	0	9	0
													0						0					
Piscicolidae							0	0	0	0	4	4										0	7	7
																			0	0	0			
Libellulidae	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0
Corixidae							0	0	0	0	0	0										0	0	0
													0	0	0	0				0	0	0		
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossosomatidae	7	0	7	0	7	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	7	0	7	0	7	0
Psephenidae	7	7	7	7	0	7							8	8	8	8	0	8	4	4	4	4	0	4
Pyralidae	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	8
Aeshnidae	0	5	0		5	0	0	8	0	0	8	0	0	5	0		5	0	0	6	0	0	6	0
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euthyplocidae							0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0	0
Perlidae	8	8	8	8	8	0	1	1	1	1	1	0	9	9	9	9	9	0	5	5	5	5	5	0
							0	0	0	0	0													
Odontoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4	3	5	3	5	3	4	4	4	2	7	3	4	4	5	3	5	3	4	2	4	2	5	3
	4	9	1	0	3	5	1	2	7	9	4	2	3	5	4	4	3	6	7	6	4	5	7	2

b. Índices bióticos del dique Shell

En el dique de Shell, el resultado final de nuestro estudio según la utilización del índice BMWP, nos muestra que el máximo puntaje es de 48 que corresponde al punto tres en época de invierno, lo que indica que las aguas son de calidad mala, contaminadas, y por otro lado el menor puntaje corresponde al punto tres en época de verano con 23 puntos, lo que indica que son aguas de calidad mala, muy contaminadas, según el índice ABI, nos muestra un puntaje máximo de 58 que corresponde al punto uno en época de verano, lo que indica que las aguas son de calidad moderada, aguas contaminadas dudosas, y un puntaje mínimo de 26, que pertenece al punto uno en época de invierno, lo que indica que son aguas de calidad mala, contaminadas críticas, según el índice IBMWP, nos muestra un puntaje máximo de 55 que corresponde al punto tres en época de invierno, lo que indica que son aguas contaminadas, y un puntaje mínimo de 23 que corresponde al punto tres en época de invierno, lo cual indica que son aguas muy contaminadas, y según el índice adaptado IA, nos muestra un puntaje máximo de 52 que corresponde al punto uno en época de verano, lo cual indica que son aguas de calidad buena, y un puntaje mínimo de 20 que corresponde al punto tres en época de verano, lo que indica que son aguas de calidad mala.

Tabla VII-12 Datos de macroinvertebrados obtenidos durante la investigación según los índices biológicos BMWP, IMBWP, ABI e IA en el dique de Shell.

ÍNDICES BIOLÓGICOS																														
DIQUE DE SHELL																														
FAMILIA	BMWP						ABI						IBMWP						IA											
	P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3							
	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I						
Planariidae	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	0													2	2	2	2	2	0
Ceratopogonidae	0	0	3	0	3	0	0	0	4	0	4	0	0	0	6	0	6	0	0	0	5	0	5	0						
Campodeidae																			0	0	0	0	0	0						
Leptophlebiidae	6	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1						
Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0	0						
Corydalidae	5	0	5	0	0	0							6	0	6	0	0	0	5	0	5	0	0	0						
Elmidae	4	0	4	0	0	0	5	0	5	0	0	0	6	0	6	0	0	0	5	0	5	0	0	0						
Thyreocoridae																			0	0	0	0	0	0						
Baetidae	4	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4	0	3	0	0	0	3	0						
Hidropsychidae	5	5	5	0	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	0	5	5	2	2	2	0	2	2						
Calopterygidae							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Piscicolidae							4	0	0	0	4	0							7	0	0	0	7	0						
Libellulidae	5	0	5	5	0	0	8	0	8	8	0	0	5	0	5	5	0	0	5	0	5	5	0	0						
Corixidae							3	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0						
Coenagrionidae	5	0	5	0	0	0	6	0	6	0	0	0	4	0	4	0	0	0	7	0	7	0	0	0						
Naucoridae	0	4	4	4	0	0	0	3	3	3	0	0	0	7	7	7	0	0	0	8	8	8	0	0						
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	7						
Psephenidae	0	7	0	0	0	7							0	8	0	0	0	8	0	4	0	0	0	4						
Pyralidae	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	8						
Aeshnidae	5	0	0	0	0	5	8	0	0	0	0	8	5	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0	6						
Hydrobiidae	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9						
Euthyplociidae							0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0	0						
Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Odontoceridae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0						
Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1						
TOTAL	4	2	4	3	2	4	5	2	4	3	3	3	4	3	4	2	2	5	5	2	4	2	2	4	4	7	2	0	3	8
	4	7	2	0	3	8	8	6	6	6	2	7	6	1	7	8	3	5	2	6	0	6	0	7						

c. Índices bióticos del dique Pambay

En el dique de Pambay, el resultado final de nuestro estudio según la utilización del índice BMWP, nos muestra que el máximo puntaje es de 73 que corresponde al punto uno en época de verano, lo que indica que las aguas son de calidad regular, contaminación moderada, y por otro lado el menor puntaje corresponde al punto dos en época de invierno con 20 puntos, lo que indica que son aguas de calidad mala, muy contaminadas, según el índice ABI, nos muestra un puntaje máximo de 80 que corresponde al punto uno en época de verano, lo que indica que las aguas son de calidad buena, ligeramente contaminadas, y un puntaje mínimo de 20, que pertenece al punto tres en época de invierno, lo que indica que son aguas de calidad mala, muy contaminadas críticas, según el índice IBMWP, nos muestra un puntaje máximo de 83 que corresponde al punto uno en época de verano, lo que indica que son aguas con algunos efectos de contaminación, y un puntaje mínimo de 19 que corresponde al punto dos y tres en época de invierno, lo cual indica que son aguas muy contaminadas, y según el índice adaptado IA, nos muestra un puntaje máximo de 88 que corresponde al punto uno en época de verano, lo cual indica que son aguas de calidad excelente, y un puntaje mínimo de 8 que corresponde al punto tres en época de verano, lo que indica que son aguas de calidad mala.

Tabla VII-13 Datos de macroinvertebrados obtenidos durante la investigación según los índices biológicos BMWP, IMBWP, ABI e IA en el dique de Pambay.

ÍNDICES BIOLÓGICOS																								
DIQUE DE PAMBAY																								
FAMILIA	BMWP						ABI						IBMWP						IA					
	P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3	
	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Planariidae	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5							0	2	0	2	0	2
Ceratopogonidae	0	3	0	0	3	0	0	4	0	0	4	0	0	6	0	0	6	0	0	5	0	0	5	0
Campodeidae																			0	0	0	0	0	0
Leptophlebiidae	6	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	1	1	1	1	1	1
Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0	0	0	0	0	0
Corydalidae	0	0	0	0	5	0							0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	5	0
Elmidae	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	5	0
Thyreoceridae																			0	0	0	0	0	0
Baetidae	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4	0	0	3	3	3	3	0	0
Hidropsychidae	5	0	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	7	0	7	7	7	7	2	0	2	2	2	2
Calopterygidae							8	0	0	0	8	0	5	0	0	0	5	0	9	0	0	0	9	0
Piscicolidae							0	0	0	0	0	0							0	0	0	0		0
Libellulidae	5	0	0	0	5	0	8	0	0	0	8	0	5	0	0	0	5	0	5	0	0	0	5	0
Corixidae							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coenagrionidae	5	5	5	0	0	0	6	6	6	0	0	0	4	4	4	0	0	0	7	7	7	0	0	0
Naucoridae	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
Glossosomatidae	7	0	7	0	7	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	7	0	7	0	7	0
Psephenidae	7	7	7	0	7	7							8	8	8	0	4	4	4	4	4	0	4	4
Pyralidae	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	8	0
Aeshnidae	5	0	0	0	5	0	8	0	0	0	8	0	5	0	0	0	5	0	6	0	0	0	6	0
Hydrobiidae	7	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
Euthyplociidae							9	9	0	0	0	0							1	1	0	0	0	0
Perlidae	8	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0
Odontoceridae	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Veliidae	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7	4	3	2	5	2	8	4	3	2	5	2	8	4	3	1	6	1	8	4	2	8	5	1
	3	2	4	0	2	3	0	2	3	4	6	0	3	6	9	9	5	9	8	5	4	7	4	

d. Clasificación trófica de los macroinvertebrados.

Durante la fase de separación e identificación de las muestras de macroinvertebrados colectadas en los tres balnearios turísticos de la provincia de Pastaza en época de verano, se registró una abundancia de 704 individuos a nivel general, destacando una clara presencia de la familia *Leptophlebiidae* en los tres balnearios, por otra parte, el grupo trófico de recolectores es el que mayor número de individuos presenta en todos los puntos de muestreo, seguida por una amplia diferencia por el grupo trófico de raspadores, además tenemos a la familia *Campodeidae* representando al grupo trófico de desmenuzadores. Además, se realizó un inventario en época de invierno, y se registró una abundancia de 603 individuos a nivel general, se destacó una clara presencia de la familia *Leptophlebiidae* en los tres balnearios, por otra parte, el grupo trófico de recolectores es el que mayor número de individuos presenta en todos puntos de muestreo, seguida por una amplia diferencia por el grupo de raspadores, se observa a la familia *Campodeidae* como la única familia que representa al grupo de desmenuzadores.

Tabla VII-14 Inventario de los grupos tróficos de macroinvertebrados presentes en los tres balnearios turísticos de la provincia de Pastaza.

GRUPO TRÓFICO	ÉPOCA DE VERANO									ÉPOCA DE INVIERNO								
	MERA			SHELL			PAMBAY			MERA			SHELL			PAMBAY		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Raspadores	3	12	30	3	12	30	8	6	12	20	10	14	6	3	9	30	10	8
Depredadores	2	3	11	2	3	11	13	14	10	1	0	5	20	7	3	9	2	1
Desmenuzadores	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Recolectores	63	48	20	63	48	20	12	28	4	77	77	50	3	23	83	94	31	2
Parásitos	3	0	1	3	0	1	0	1	3	0	0	3	0	0	0	1	0	0
TOTAL, INDIVIDUOS	72	63	62	72	63	62	33	49	29	99	87	72	29	33	95	134	43	11
	704									603								

e. Similitud entre los puntos del dique de Mera en relación a los grupos tróficos.

En el dique de Mera, la mayoría de los puntos, tanto en época de verano como en invierno, tienen un número de individuos similares en cada grupo trófico, en el grupo de recolectores, en invierno existen más individuos que en verano, varía con una diferencia de 73 individuos.

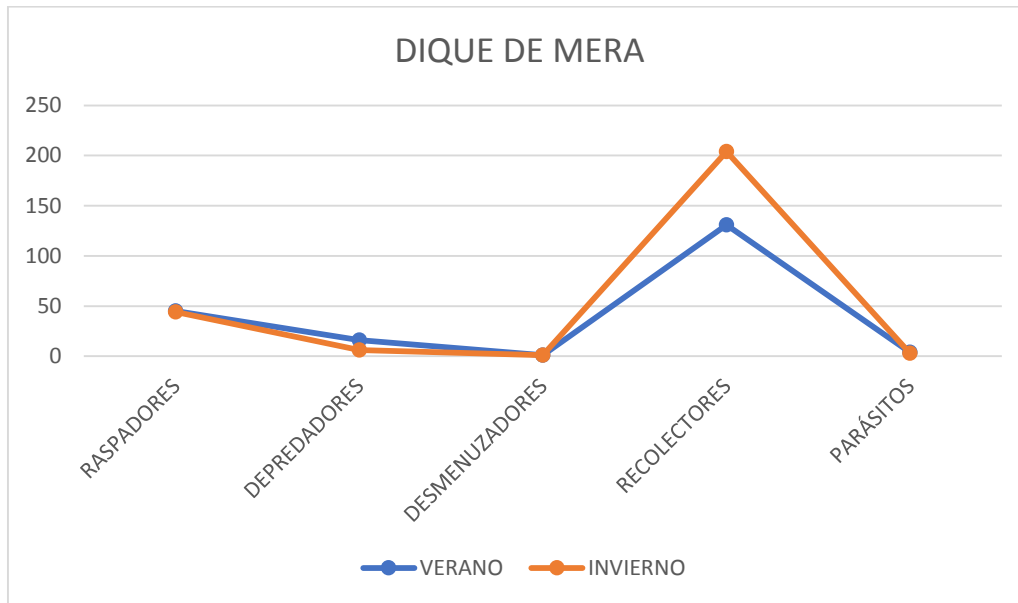


Figura VII-21 Similitud entre los puntos de Mera en relación a los grupos tróficos.

f. Similitud entre los puntos del dique de Shell en relación a los grupos tróficos.

En el dique de Shell, la mayoría de los puntos, tanto en época de verano como en invierno, tienen un número de individuos similares en cada grupo trófico, en el grupo de raspadores, en verano existen más individuos que en invierno, varía con una diferencia de 27 individuos.

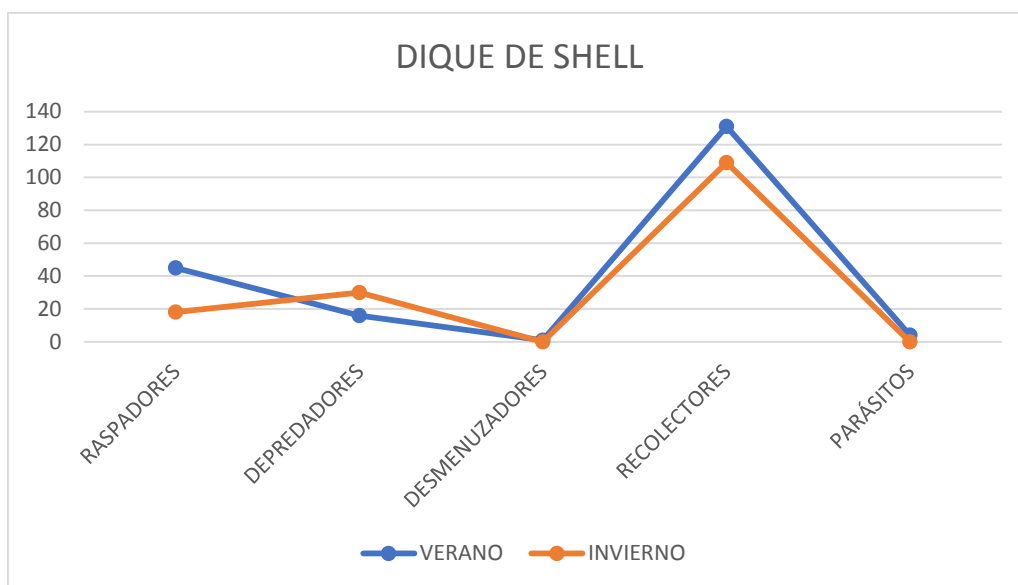


Figura VII-22 Similitud entre los puntos de Shell en relación a los grupos tróficos.

g. Similitud entre los puntos del dique de Pambay en relación a los grupos tróficos.

En el dique de Pambay, la mayoría de los puntos, tanto en época de verano como en invierno, tienen un número de individuos diferentes en cada grupo trófico, pero en el grupo de recolectores es en donde se nota más la diferencia, ya que en verano existen menos individuos que en invierno, varía con una diferencia de 83 individuos.

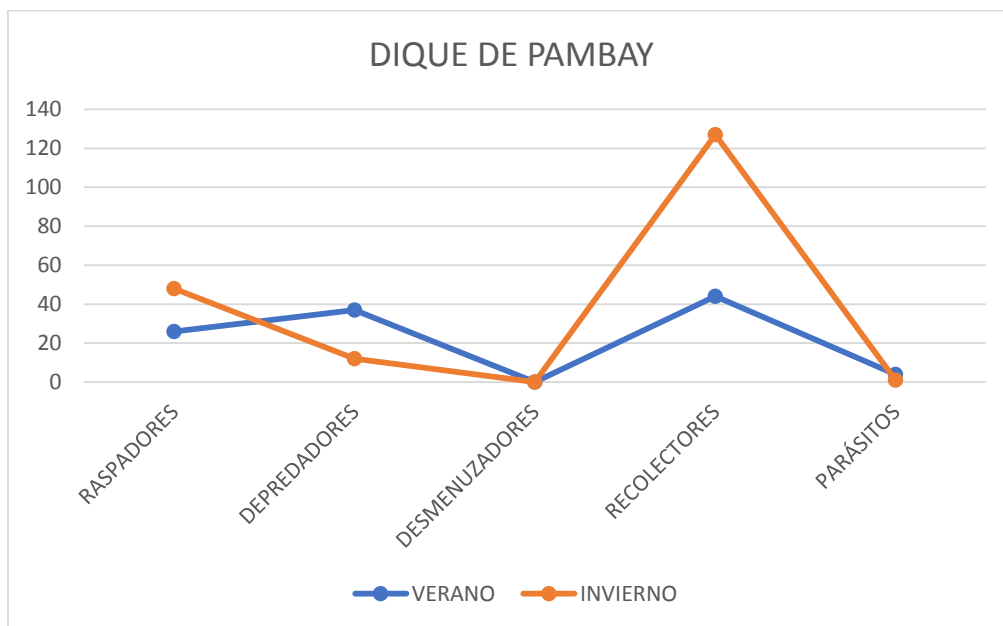


Figura VII-23 Similitud entre los puntos de Pambay en relación a los grupos tróficos.

h. Similitud de Bray Curtis entre las familias inventariadas en los tres balnearios.

En la similitud de Bray Curtis aplicado entre las familias que fueron inventariadas en los tres balnearios, se identifica a la familia *Thyreocoridae* como la menos similar frente al resto de familias, además tenemos a las familias *Veliidae*, *Piscicolidae*, *Pyralidae*, *Corixidae* y *Coenagrionidae*, estas son las familias menos tolerantes a la contaminación del agua, por otro lado, las familias más tolerantes son; *Planariidae*, *Letophlebiidae*, *Psephenidae*, *Glossosomatidae*, *Calopterygidae*, *Baetidae*, *Corydalidae*, *Elmidae*, *Aeshnidae*, y *Libellulidae*.

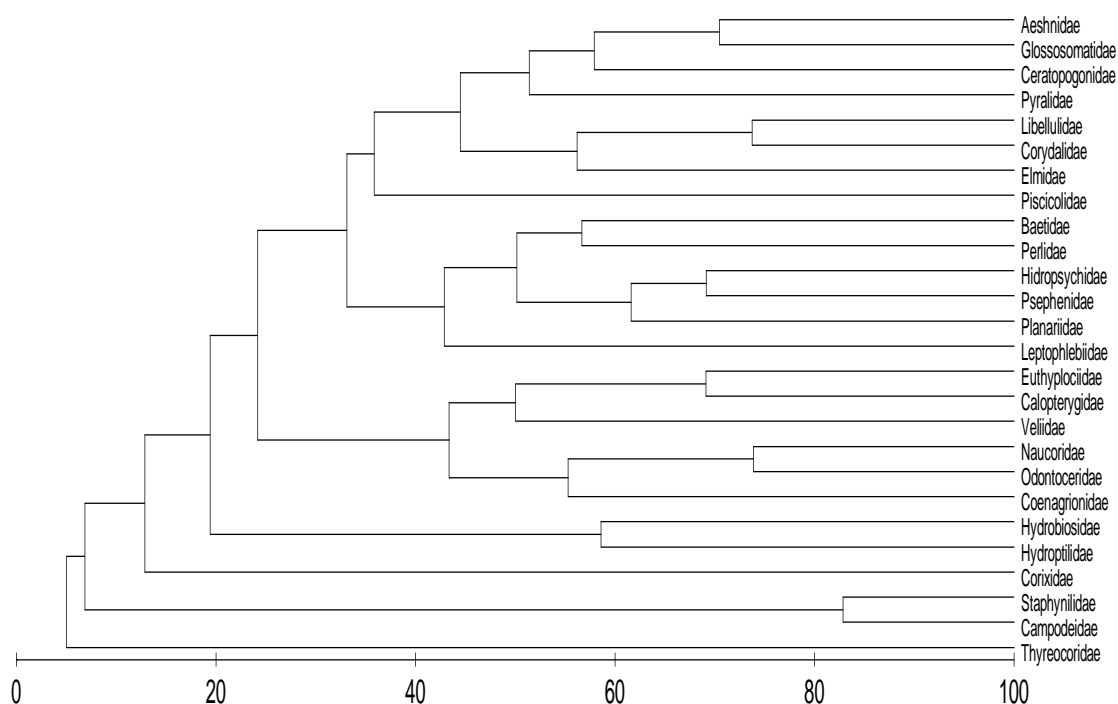


Figura VII-24 Similitud de Bray Curtis aplicado entre las familias inventariadas.

i. Comparación entre el índice biológico IA e IA1.

En la comparación realizada en el índice biológico IA y el índice biológico IA1, se establece que existe una similitud en el puntaje asignado en la mayoría de las familias, es decir que de las 26 familias encontradas en los tres diques de la provincia de Pastaza, 19 de ellas tienen un puntaje similar, con una variación de uno a tres puntos, y las siete familias restantes tienen los puntajes tienen una variación en el puntaje de cuatro a seis puntos, debido a que en el índice adaptado IA se tomó en cuenta para la ponderación, la aparición y desaparición de las especies en los tres puntos de muestreo, y en el índice IA1, se obtuvo la ponderación mediante un CLUSTER de similitud de Bray Curtis.

Tabla VII-15 Comparación entre el índice biológico IA con el índice biológico IA1.

FAMILIAS	ÍNDICES BIOLÓGICOS																																				
	IA									IA1																											
	P1M	P2M	P3M	P1S	P2S	P3S	P1P	P2P	P3P	P1M	P2M	P3M	P1S	P2S	P3S	P1P	P2P	P3P																			
	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I																			
Planariidae	2	0	2	0	2	2	2	2	2	0	0	2	0	2	0	2	5	0	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5	0	5		
Campodeidae	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odontoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Staphylinidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Leptophlebiidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Psephenidae	4	4	4	4	0	4	0	4	0	0	0	4	4	4	4	0	4	4	5	5	5	5	0	5	0	5	0	0	0	5	5	5	5	0	5	5	
Perlidae	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
Glossosomatidae	7	0	7	0	7	0	0	0	0	0	7	7	0	7	0	7	7	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	4	4	0	4	0	4	0	4	
Thyreocoridae	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calopterygidae	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	4	
Baetidae	3	3	3	3	3	3	0	0	0	3	0	3	3	3	3	0	0	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	5	0	5	5	5	5	0	5	0	
Ceratopogonidae	5	0	0	5	5	0	0	5	0	5	0	0	5	0	0	5	5	5	0	0	5	5	0	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	
Corydalidae	0	0	5	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
Elmidae	0	5	5	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	5	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	
Hidropsychidae	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
Euthyplociidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	
Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Piscicolidae	0	0	0	0	7	7	7	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aeshnidae	0	6	0	0	6	0	6	0	0	0	6	6	0	0	0	6	0	5	0	0	5	0	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	0	5	0	
Libellulidae	0	0	0	0	5	0	5	0	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	5	0	5	0	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0	5	0	
Pyralidae	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	0	7	0
Naucoridae	0	0	0	0	0	0	8	8	8	0	0	0	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	
Corixidae	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	7	7	0	0	7	7	0	0	0
TOTAL	47	26	44	25	57	32	52	26	40	26	20	47	88	45	24	8	57	9	39	32	50	25	56	40	58	30	42	22	28	37	67	45	27	16	50	16	

VIII. CONCLUSIONES

Para la validación el inventario se realizó la caracterización de los diques en estudio tomando en cuenta: la extensión del balneario, la latitud, longitud y la temperatura del agua. Seguido por el inventario de los macroinvertebrados, en el cual se obtuvo un total de 26 familias identificadas siendo las más abundantes en los puntos evaluados son: *Leptophlebiidae* (indicadora de aguas moderadamente limpias), *Baetidae* y *Hidropsychidae* (indicadoras de aguas contaminadas).

Los parámetros que se tomaron en cuenta para determinar la calidad del agua de los diques de Mera, Shell y Pambay de la provincia de Pastaza, tienen una variación mínima en los tres puntos de muestreo de cada dique, y todos los puntos se encuentran dentro del rango máximo permisible para que el agua sea un lugar adecuado para la vida acuática.

En el análisis estadístico se determinó que existe un grado de contaminación en los diques de Mera, Shell y Pambay esto se lo confirma, con los índices de biodiversidad: alfa; donde se refleja una baja diversidad de macroinvertebrados en la época de verano y en la época de invierno aumenta los macroinvertebrados a una diversidad media. Mientras que, en los índices de biodiversidad, beta; se obtuvo mayor similitud en las muestras tanto en verano como invierno en los diques Mera y Pambay con el (68% V- 55% I), Bray Curtis nos indica que los puntos más similares son el punto dos del dique de Mera con el punto dos del dique de Pambay y los menos similares son el punto uno del dique de Mera con el punto dos del dique de Shell. Siendo uno de los factores de mayor incidencia, los restos o desperdicios que dejan los turistas contaminando las aguas de estos balnearios, provoca una drástica disminución de diversidad de la vida acuática.

La susceptibilidad de los indicadores se estableció que el dique de Mera es el que menor contaminado, que los diques de Shell y Pambay siendo los más afectados con la contaminación de residuos tanto por los de turista y parte de los pobladores que viven cerca al río de estos balnearios. También se realizó un inventario de los grupos tróficos de macroinvertebrados donde los recolectores existen mayoritariamente, seguido por los raspadores, depredadores, desmenuzadores y por último los parásitos tanto en época de verano como invierno.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios más profundos sobre la calidad del agua, utilizando varios índices biológicos, para obtener un conocimiento detallado sobre los efectos de los desperdicios olvidados por los turistas, en los balnearios turísticos de la provincia de Pastaza.

Además de los tres diques estudiados, es recomendable hacer análisis en el resto de diques para verificar esta problemática de la contaminación de los ambientes acuáticos y la afectación que tiene para las especies que habitan en ellos.

Las etapas de monitoreo en los diques deben realizarse constantemente para verificar si se mantiene la composición trófica, si se registran nuevas familias de macroinvertebrados o desaparecen las inventariadas.

X. RESUMEN

La presente investigación pretende: determinar la calidad del agua en sitios recreacionales turísticos en los diques de Mera, Shell y Pambay de la provincia de Pastaza, el estudio se basó en varios indicadores biológicos. Se realizó dos inventarios de macroinvertebrados en los tres sitios: encontrando 26 familias, 603 individuos en época de invierno y 604 en época de verano, sobresaliendo la familia *Leptophlebiidae* en los dos muestreos, esta familia pertenece al grupo trófico de recolectores siendo una especie indicadora de aguas moderadamente limpias, posteriormente se realizó el análisis de los indicadores tanto físico y químicos del agua, se enviaron un total 9 muestras de agua de los tres diques de la época de invierno, al laboratorio del Cestta de la ESPOCH donde se analizaron 8 parámetros. En el análisis estadístico de los índices de diversidad alfa y beta: siendo alfa (Margalef, equidad de Pielou, equidad de Shannon y dominancia de Simpson) y en beta (Sorensen y Bray Curtis) dando como resultado una diversidad entre baja a media, en la aplicación del análisis estadístico ANOVA, con relación a los índices biológicos, resultaron valores de significancia menores a cinco, esto demuestra que la actividad turística en los diques si afecta negativamente la calidad del agua, con los índices biológicos; BMWP, ABI, IBMWP e IA, se determinó el grado de contaminación que tienen los balnearios turísticos, siendo mayoritariamente, aguas de calidad mala, contaminadas.

Palabras clave: CALIDAD DEL AGUA - INVENTARIOS DE MACROINVERTEBRADOS – TURISMO RECREACIONAL

Por: Madeleyn Cabrera



ABSTRACT

The current research Project aims to determine water quality in recreational tourist areas in the Mera, Shell and Pambay docks of Pastaza province, the study was based on several biological indicators. Two macroinvertebrate inventories were carried out in three sites: encountering 26 families, 603 individuals in wintertime and 604 in summertime, standing out the Leptophlebiidae family in the two samples, this family belongs to the trophic collectors group as an indicator species of crystalline shallow waters, Subsequently was performed the indicators data analysis as well as physical-chemical of water. A total of 9 water samples were sent for further investigation in the ESPOCH CESTTA laboratory of the three wintertime dykes where 8 parameters were analyzed. In the statistical report of the Alpha and Beta diversity indices: being Alpha (Margalef, Pielou's equity, Shannon's equity and Simpson's dominance) and in Beta (Sorensen and Bray Curtis) resulting in a low to medium diversity using the standard statistical method called ANOVA, in connection with the biological indices, which resulted in less than 0,5 the significant value levels. This shows that touristic activity on the dykes is negatively affected by the water quality along with the biological indices; BMWP, ABI, IBMWP, and IA, through this full process was determined the contamination degree present in the tourist resort areas, being highly contaminated poor quality waters.

CESTTA (Center for Environmental Technology Transfer)

BMWP (Biological Monitoring Working Party)

IBMWP (Index of Biological Monitoring Working Party)

ABI (Andean Biotic Index)

IA (Index of Adaptation)

Key words: <WATER QUALITY> <MACROINVERTEBRATE INVENTORIES>
<RECREATIONAL TOURISM>



X. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, G. P. (2013). *Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia*. Recuperado el 18 de Marzo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/262754048_Macroinvertebrate_Trophic_Groups_in_an_Andean_Wetland_of_Colombia
- Almería. (Diciembre de 1996). *El agua en Andalucía*. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lbl-WQWRyloC&oi=fnd&pg=PA203&dq=contaminacion+de+los+rios&ots=VeSaI82szg&sig=RrqPIgkA58sxYxgBUH0qMXNltl4#v=onepage&q&f=false>
- Amazonía. (2016). *Pastaza*. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de <https://www.visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=302>
- Angelo, M. (9 de Septiembre de 2016). Nitritos y nitratos en el agua. Recuperado el 15 de Enero de 2019, de <https://gwc.com.ar/agua/nitratos-agua/>
- Apodaca, M. R. (2016). *La importancia de la biodiversidad*. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de <https://www.ciad.mx/rss/1209-la-importancia-de-la-biodiversidad.html>
- Arce, M. M., & Leiva, C. M. (2009). *Determinación de la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Loja y diseño de líneas generales de acción para su recuperación y manejo*. Recuperado el 02 de Abril de 2018, de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/474/3/Tesis%20Maria%20Fernanda%20Arce%20Moncada.pdf>
- Bush. (2006). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001
- Cabrera, M. (2017). *Determinación la composición biótica de los macroinvertebrados presentes en los diques de Mera, Shell y Pambay, ubicados en la provincia de Pastaza*. Riobamba.
- Campaña, F. (2015). *Área de estudios sociales y globales*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4734/1/T1752-MRI-Campa%C3%B1a-La%20importancia.pdf>
- Castellano & Guerrero. (2015). *Evaluación del índice de calidad de agua (ica) de la microcuenca del río Chibunga, en variaciones estacionales, provincia de Chimborazo – Ecuador, durante el periodo 2014. (Tesis de grado. ingeniero en biotecnología ambiental). Escuela Superior Politécnica de CHimborazo. Riobamba*. Recuperado el 14 de Marzo de 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4077/1/236T0132%20UDCTFCl.pdf>
- Catalán. (28 de Septiembre de 2012). *Análisis físicoquímicos del agua*. Recuperado el 09 de Marzo de 2018, de <https://es.slideshare.net/welserle/analisis-fisicos-quimico-y-bacteologico-de-aguas>
- Collins, W. (2005). *Dique*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2017, de <https://www.ecured.cu/Dique>
- Chavez, R. (14 de Mayo de 2014). *Los diques encabezan la lista de atractivos que ofrece Pastaza*. Recuperado el 14 de Octubre de 2018, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/los-diques-encabezan-la-lista-de-atractivos-que-ofrece-pastaza>
- Decraemer. (2008). *Ambientes dulceacuócolas*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001

- Durán. (1994). *Convivir en la tierra*. Demanda bioquímica de oxígeno. Recuperado el 15 de Enero de 2019, de <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/analisis-comparativas-y-relaciones-entre-la-dbo-dqo-cot>
- Fernandez, F. (Febrero de 2011). *Bioindicadores*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de <https://ilbca.wordpress.com/bioindicadores/>
- Gasteiz. (1995). *Guía para las técnicas de muestreo*. Recuperado el 15 de Enero de 2019, de http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/legionella_plan/es_llo/adjuntos/muestras.pdf
- Hanson, P. (Diciembre de 2010). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. Recuperado el 15 de Enero de 2018, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001
- Ladrera, F. R. (Agosto de 2012). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos*. Recuperado el 08 de Marzo de 2018, de <file:///Users/macbookpro/Downloads/Dialnet-LosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDelEs-4015812.pdf>
- Marsson & Kolkwitz. (1908,1909). *Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de <file:///Users/macbookpro/Downloads/879-1215-1-PB.pdf>
- Méndez, D. A. (2013). *Utilización del índice bmwp'-cr para análisis de la calidad del agua en quebrada barro, montecillos durante el año 2013*. Recuperado el 17 de Octubre de 2018, de <http://www.fod.ac.cr/globe/wp-content/uploads/2014/03/Colegio-Gregorio-Jos%C3%A9-Ram%C3%ADrez-Castro-GLOBE-2013.pdf>
- Mera, M. d. (2018). *Cantón Mera (Ecuador)*. Recuperado el 15 de Enero de 2018, de <http://turismoaccesible.ec/site/information/region-amazonica/pastaza/clima/>
- Ministerio de Turismo. (12 de Diciembre de 2018). *La biodiversidad del Ecuador*. Recuperado el 12 de Agosto de 2018, de <http://www.e-travelware.com/ztravel/ecuador.htm>
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Bosque Humedo Tropical*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2017, de <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
- Ministerio de Turismo. (12 de Mayo de 2015). *Pastaza apuesta al turismo*. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/informacion/1/pastaza-apuesta-su-desarrollo-al-turismo>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (2017). *Biodiversidad*. Recuperado el 12 de Agosto de 2018, de <http://www.unesco.org/new/es/office-in-montevideo/natural-sciences/ecological-sciences/mab-lac-themes/biodiversidad/>
- Organización Internacional sin fines de lucro. (2008). *Composición biofísica*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2017, de http://www.pastaza.gob.ec/pdf/consejo_planificacion/COMPONENTE%20BIOFISICO.pdf
- Payeras. (25 de Octubre de 2018). *Parámetros de calidad del agua*. Recuperado el 11 de Enero de 2019, de <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>
- Porto, J. P. (2012). La temperatura. Recuperado el 12 de Enero de 2019, de <https://definicion.de/temperatura/>
- Quispe, S. C. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez. (*Tesis de grado. Ingeniero agrícola*). Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de

- http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4546/Casilla_Quispe_Sergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reinoso, F. M. (2013). *Implementación de un manual de manejo de desechos sólidos en el dique del río Tigre del cantón Mera*. Recuperado el 04 de Febrero de 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3212/1/26T00018.pdf>
- Rojas, D. (Junio de 2013). *la flora y fauna de Pastaza*. Recuperado el 26 de Agosto de 2017, de <http://faunadeespecies.blogspot.com/2013/06/la-flora-y-fauna-en-pastaza.html>
- Santos, D. d. (1992). *Análisis de aguas*. Recuperado el 09 de Marzo de 2018, de https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf
- Tercedor, A. (1996). *Los Macroinvertebrados acuáticos*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2017, de <http://medpacs.ugr.es/index.php?q=es/evaluacion/macroinvertebrados>
- Treviño, J. G. (2001). *Etimología de Bentos*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de <http://etimologias.dechile.net/?bentos>
- Vazquez, L. (22 de Enero de 2011). *Explora el planeta tierra*. Recuperado el 12 de Agosto de 2018, de <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/2011/01/22/la-biodiversidad-en-el-mundo>
- Wesseling. (2018). *Provincia de Pastaza*. Recuperado el 12 de Agosto de 2018, de https://www.ecured.cu/Provincia_de_Pastaza
- Zamora1, J. R. (8 de Septiembre de 2009). Parámetros físico químicos. Recuperado el 12 de Enero de 2019, de <file:///Users/macbookpro/Downloads/Dialnet-ParametrosFisicoquimicosDeDurezaTotalEnCalcioYMagn-5897932.pdf>

XI. ANEXOS

Anexo 1: Tabla de ponderación del Índice IBMWP.

FAMILIAS	PUNTUACIÓN
Anomalopsychidae, Atriplectilidae, Blepharoceridae, Calomaceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, 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, Dryopsidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeriidae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Anexo 2: Tabla de ponderación del Índice ABI.

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN
Tricladida	Planariidae	5
Hirudinea	-	3
Oligochaeta	-	1
Gastropoda	Ancylidae	6
	Physidae	3
	Hydrobiidae	3
	Lymnaeidae	3
	Planorbidae	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3
Amphipoda	Hyaellidae	6
Ostracoda		3
Hydracarina		4
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Leptophlebiidae	10
	Leptohyphidae	7
	Oligoneuridae	10
Odonata	Aeshnidae	6
	Gomphidae	8
	Libellulidae	6
	Coenagrionidae	6
	Calopterygidae	8
	Polythoridae	10
Plecoptera	Perlidae	10
	Gripopterygidae	10
Heteroptera	Veliidae	5
	Gerridae	5
	Corixidae	5
	Notonectidae	5
	Belostomatidae	4
	Naucoridae	5
Trichoptera	Helicopsychidae	10
	Calamoceratidae	10
	Odontoceridae	10

	Leptoceridae	8
	Polycentropodidae	8
	Hydroptilidae	6
	Xiphocentronidae	8
	Hydrobiosidae	8
	Glossosomatidae	7
	Hydropsychidae	5
	Anomalopsychidae	10
	Philopotamidae	8
	Limnephilidae	7
Lepidoptera	Pyralidae	4
Coleoptera	Ptilodactilidae	5
	Lampyridae	5
	Psephenidae	5
	Scirtidae	5
	Staphylinidae	3
	Elmidae	5
	Dryopidae	5
	Gyrinidae	3
	Dytiscidae	3
	Hydrophilidae	3
	Hydraenidae	5
Diptera	Blepharoceridae	10
	Simuliidae	5
	Tabanidae	4
	Tipulidae	5
	Limoniidae	4
	Ceratopogonidae	4
	Dixidae	4
	Psychopodidae	3
	Dolichopodidae	4
	Stratiomyidae	4
	Empididae	4
	Chironomidae	2
	Culicidae	2
	Muscidae	2
	Ephydriidae	2
	Athericidae	10
	Syrphidae	1

Anexo 3: Tabla de ponderación del Índice IBMWP.

Familias	Puntuación
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae Chloroperlidae Aphelocheiridae	10
Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae Athericidae, Blephariceridae	
Astacidae Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae Corduliidae, Libellulidae Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae Prosopistomatidae Nemouridae Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae Hydroptilidae Unionidae Corophiidae, Gammaridae, Atyidae Platycnemididae, Coenagrionidae	6
Oligoneuriidae, Polymitarcidae Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae Hydropsychidae Tipulidae, Simuliidae Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae	5
Baetidae, Caenidae Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, 4 Rhagionidae Sialidae Piscicolidae Hidracarina	
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Veliidae Notonectidae, Corixidae Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae 2	
Oligochaeta (todas las clases), Syrphidae	1