

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LOS RÍOS TEAONE Y ATACAMES EMPLEANDO MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES

Jennifer Oleas Ramírez, Yireny Bravo Aguas, Kenner Clevel Altafuya *



Resumen

Esta investigación compara la calidad de agua de los ríos Teaone y Atacames, para ello se ubicaron estaciones antes y después de las poblaciones Carlos Concha y Tasonne. El estudio de macroinvertebrados se realizó durante junio y julio de 2016 con un total de tres muestreos. Como resultado se obtuvo que las familias Leptophlebiidae, Leptohyphidae y Baetidae, pertenecientes al orden Ephemeroptera, y la familia Cerapotonidae perteneciente al orden Diptera se presentaron en todas las estaciones de muestreo. Se aplicó el índice ecológico de Simpson que expuso una mayor dominancia en la estación “después” del río Atacames y una mayor diversidad en la estación “antes” del mismo río. Se analizó la similitud de familias entre estaciones mediante el índice de Jaccard, éste demostró la mayor similitud en el río Teaone para el último muestreo. Los índices EPT y BMWP evaluaron la calidad del agua en los ríos y destacaron diferentes resultados. El índice EPT indicó que en el río Teaone y en la estación “después” del río Atacames, la calidad de agua fue “muy buena” mientras que el índice BMWP, las estaciones del río Atacames y la estación después del río Teaone fue “dudosa”. Se analizó la varianza de doble vía, presentando diferencias significativas en la abundancia de las familias Naucoriidae, Leptophlebiidae y Hydropsychidae. Por último, se determinaron los grupos tróficos presentes en los distintos puntos de muestreo siendo los “Colectores- Recolectores” los más abundantes y concurrentes. Se concluyó que en el río Teaone existe una ligera influencia por parte de la población en la calidad de agua, mientras que en el río Atacames no hubo influencia.

Palabras clave:
Macroinvertebrados,
bioindicadores,
calidad de agua

Introducción

Los ríos son ecosistemas dinámicos fluviales, que comprenden varios componentes tales como: bosque ripario, zonas de inundación y cauce que son parte fundamental en su estructura. Los cauces son dinámicos en espacio y tiempo, para que estos mantengan un equilibrio funcional, los elementos que lo componen, deben realizar cautelosamente su rol en el mismo⁽¹⁾.

Las actividades antrópicas que se realizan en las cercanías o dentro de los ecosistemas fluviales, perturban a los mismos gracias a la contaminación que originan. Actividades como la agricultura, la ganadería, la deforestación, la urbanística, etc., provocan impactos en los recursos hídricos afectando a la biodiversidad y estética del paisaje de los cuerpos de agua.

La calidad del agua se refiere al conjunto de características físico-químicas presentes en la misma, y en los múltiples usos que puede desempeñar, tales como para el consumo humano, el riego, la recreación y la conservación de ecosistemas. En el Ecuador se han realizado estudios de calidad de agua utilizando bioindicadores, que en la actualidad ya están presentes en la legislación ecuatoriana para el control ambiental. Un estudio realizado por docentes de la PUCESE, destacó “la importancia de la riqueza de macroinvertebrados y su aplicación en la gestión del ambiente”⁽²⁾. Este estudio indicó el primer reporte de macroinvertebrados en Esmeraldas, además, se pudo demostrar que la aplicación de los índices BMWP y Shannon, entre otros, son de gran utilidad para determinar el estado de los cuerpos de agua con el uso de indicadores como es el caso de los macroinvertebrados⁽³⁾.

En la provincia, existen diversos tipos de conflictos socio-ambientales, en especial la extracción de recursos naturales e invasiones, entre otros. El aspecto urbanístico se desarrolla de manera desordenada, por ello los asentamientos poblacionales que se encuentran en las cercanías de los cauces producen un uso inadecuado del recurso hídrico; un ejemplo de ello es la extracción de distintos materiales de construcción como arena y piedras, y el uso de detergentes en actividades de aseo. Todo ello ocasiona la contaminación paulatina de los recursos hídricos, causando enfermedades que perjudican no solo a la diversidad biológica, sino también a la salud de los habitantes del sector⁽⁴⁾.

La constante degradación de los recursos hídricos ha generado mucho interés en estudios de impacto ambiental. Por esta razón, este estudio se basa en el empleo de macroinvertebrados demersales o bentónicos como factor determinante para estimar y valorar la calidad del agua y toda la biota asociada a estos ecosistemas. Estos organismos tienen características, necesidades únicas y adecuación a condiciones ambientales diferentes según al orden al que pertenecen. La capacidad de adaptarse ante alteraciones naturales o antropogénicas en sus hábitats⁽⁵⁾ los convierte en bioindicadores para el estado del agua⁽⁶⁾. Los índices EPT y BMWP empleados para la investigación, son útiles para determinar la calidad del agua, accesibles y de bajo costo. Se seleccionó una estación “antes” del río Teaone y del río Atacames considerando estas estaciones como recursos hídricos poco afectados; sin embargo, en su recorrido se observó la influencia de la población o de los habitantes de la zona, por lo que también se consideró relevante un análisis “después” de los ríos antes mencionados.



Objetivo general

Evaluar el impacto poblacional sobre la calidad de agua de los ríos Teaone y Atacames mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores.

Objetivos específicos

Identificar los órdenes y familias de macroinvertebrados existentes en las diferentes estaciones del río Atacames (Tasone) y Teaone (Carlos Concha).

Aplicar los índices ecológicos para la determinación de la diversidad alfa y beta.

Aplicar los índices de calidad de agua para la determinación de diferencias entre estaciones y ríos.

Analizar los niveles tróficos de la comunidad de macroinvertebrados.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en la provincia de Esmeraldas – Ecuador, específicamente en el cantón Esmeraldas y Atacames (Figura 1).

El cantón Esmeraldas presenta una temperatura media de 25 °C, las precipitaciones máximas se dan durante los meses de enero-abril y las precipitaciones mínimas durante julio-septiembre, la cantidad de lluvia que precipita anualmente es de 2000 mm. El río Teaone, afluente del río Esmeraldas, tiene un área de 504,89 Km² y un perímetro de 131,99 Km⁽⁴⁾. El cantón Atacames presenta una temperatura media de 24 °C, luz solar sobre las 3 000 horas-sol/año, los valores de las precipitaciones medias altas se producen en el mes de marzo, con un promedio anual de 750 mm. El río Atacames es subcuenca del sistema Muisne, tiene un área de 312,24 Km² y un perímetro de 99,24 Km⁽⁷⁾.

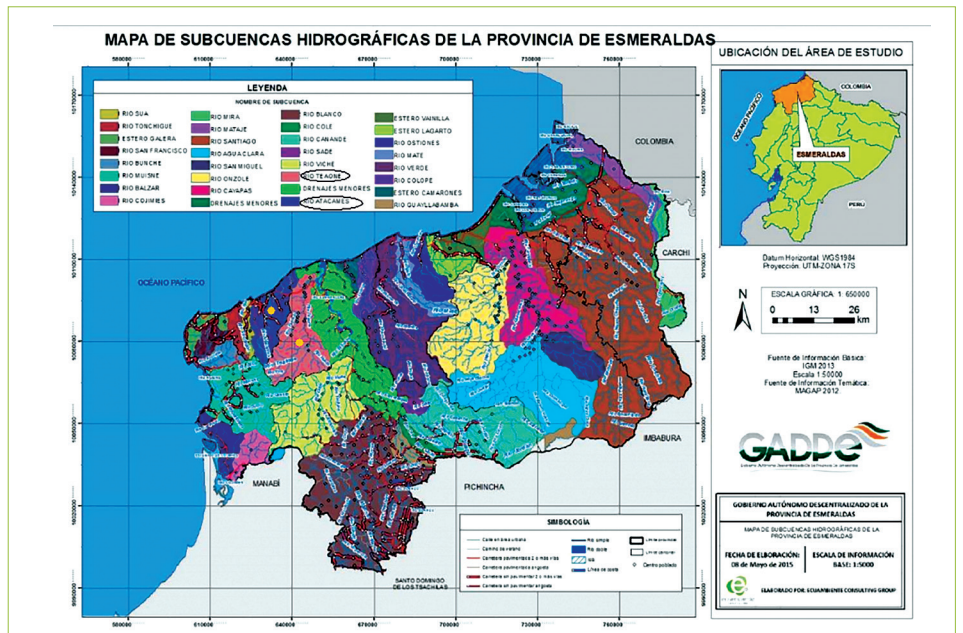


Figura 1. Ubicación de las subcuencas (río Teaone y río Atacames) en la provincia de Esmeraldas Fuente: MAE, 2015

Determinación de las estaciones

Se estudiaron dos estaciones, el río Teaone y el río Atacames del cantón Esmeraldas, y dentro de cada estación se establecieron dos secciones de río antes y después de cada núcleo poblacional (Tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreo

Atacames	Antes	° 44'22.23"N y 79° 50'49.28"O
	Después	0° 44'51.69"N y 79° 50'58.75"O
Teaone	Antes	0° 42' 27.90"N y 79° 41' 23.57"O
	Después	0° 43'00.24"N y 79° 41'04.44"O

Se seleccionó una sección de río influenciado por centros poblados en donde se escogió puntos antes y después de cada población en Carlos Concha y Tasone (Figuras 2 y 3).





Materiales de campo

- Red de captura de malla plástica con boca de 30 x 20 cm
- Tamices de 1000 μm y 500 μm
- 12 frascos de 1^{1/2} litros
- 12 litros de alcohol
- Balde
- Jarra
- Rotuladores

Materiales y equipos de laboratorio

- Bandejas plásticas de fondo blanco
- Lámparas
- Lupas
- Pinzas
- 12 frascos de 100 mL
- Microscopio Dino-Lite
- Caja Petri
- Regla
- Tablas de campo elaboradas por los integrantes
- Claves dicotómicas de Martínez (2013)

Método

El presente estudio se realizó entre los meses de junio y julio de 2016, con la realización de tres muestreos, en un horario de 9:30 a.m. a 2:30 p.m. Se hizo uso de las metodologías propuestas por Carrera y Fierro (2001) ⁽⁸⁾.

El método del hábitat simple fue utilizado para la toma de muestras⁽⁹⁾. En las secciones elegidas, se extrajo las muestras de macroinvertebrados, utilizando una red de muestreo estándar colocándola contracorriente y removiendo el sustrato con el pie, se separó aquellos macroinvertebrados que se encontraban entre las piedras y demás sustrato del lugar⁽⁸⁾; se realizaron 6 recorridos continuos de red con un tiempo de 15 minutos de muestreo, lo que determinó una muestra en cada sección, es decir, que en cada salida se recogieron en cada río dos muestras. Las muestras se limpiaron en campo pasándolas por los tamices antes

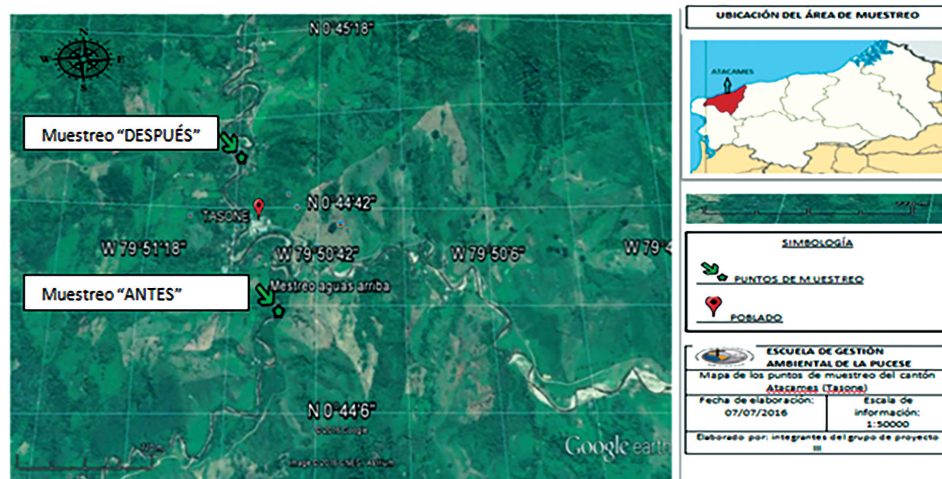


Figura 2. Puntos de muestreo del río Atacames (Localidad Tasone)
Fuente: Autores

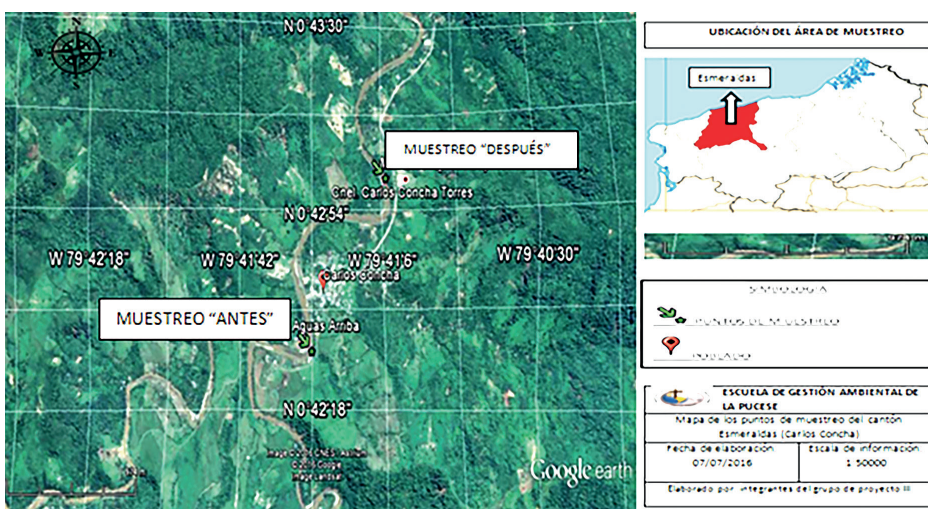


Figura 3. Puntos de muestreo del río Esmeraldas (Localidad Coronel Carlos Concha)
Fuente: Autores

de colocarlas en los frascos plásticos de 1 1/2 L con alcohol para llevarlas al laboratorio. Durante el muestreo, los envases fueron rotulados con el lugar y la fecha.

En el Laboratorio de Gestión Ambiental de la PUCESE, las muestras se limpiaron colocándolas en bandejas de plástico de color blanco, con la ayuda de lámparas y lupas se observaron los organismos. Se extrajeron los macroinvertebrados con pinzas y luego se colocaron en frascos de 100 mL con alcohol.

Las muestras de macroinvertebrados fueron sometidas a un proceso de sepa-

ración. Para determinar los órdenes y las familias, se colocó a cada organismo en una caja Petri para proceder a observarlo en el microscopio Dino-Lite, luego se identificaron con las claves dicotómicas de Martínez (2013)⁽¹⁰⁾. Por último, se cuantificaron y registraron a los organismos según el orden y familia a la que pertenecían en Tablas de campo. Una vez realizados los registros, se tomaron en cuenta los tres muestreos como réplicas del trabajo, se identificaron a las familias representativas, y se calculó la media y la desviación estándar para demostrar su abundancia en los lugares de estudio.



Índices ecológicos

Diversidad alfa

Índice de Simpson (1949)

Para el cálculo del índice de Simpson, se realizó la sumatoria de los organismos de cada sección, luego se calculó la abundancia relativa (p_i) dividiendo la cantidad de organismos de cada familia para el total de organismos que hay en cada sección, y por último, la abundancia relativa se elevó al cuadrado (p_i^2). Con estos resultados se obtuvo la dominancia (D) por medio de la sumatoria de p_i^2 , y la diversidad realizando la resta (1-D).

Fórmula para determinar la dominancia:

$$D = (n_i/N)^2$$

D~1 ausencia de diversidad (solo existe una especie)
0 equitatividad

Dónde:

n_i : número de individuos existentes en cada familia

N: total de individuos de todas las familias

1-D: Diversidad

Diversidad Beta

Índice de jaccard

Según Moreno (2001), es el cálculo de similitud de familias entre dos estaciones, en este caso “antes – después”, con el número total de familias pertenecientes en cada estación⁽¹¹⁾.

$$IJ = c / a+b-c$$

Dónde:

a= n° de familias en el sitio A

b = n° de familias en el sitio B

c = n° de familias presentes en ambos sitios A y B, es decir, que son compartidos

Índices para determinar la calidad de agua

Índice EPT

Según Barbour et al. (1999), se debe determinar en cada estación muestreada la presencia de tres órdenes correspondientes a Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, ya que éstos son el grupo más sensible a los contaminantes. Este índice se aplicó a cada sección mediante la siguiente fórmula:⁽¹²⁾

$$(ETP \text{ total} / \text{Abundancia total}) * 100$$

Los porcentajes fueron ubicados en los siguientes rangos:

Rango de calidad del agua

75 – 100 % Muy buena

50 – 74 % Buena

25 – 49 % Regular

0 – 24 % Mala

Índice BMWP

Según Zamora (1999), “es un índice el cual se basa en la presencia o ausencia de las familias y los valores de sensibilidad a la contaminación que éstos presentan”⁽¹³⁾. Para la determinación de este índice se calificó a la presencia de familias de acuerdo a lo siguiente (Tabla 2):

Tabla 2. Familias y sus respectivas puntuaciones.
Fuente: Zamora (1999)

Grupos	Familia	Puntaje
1	Hydroptilidae Ptilodactylidae	10
2	Leptophlebiidae Philopotamidae Gomphidae Pylaridae	9
3	Baetidae Hidropsychidae Paleomonidae	8
4	Leptohyphidae Elmidae Naucoridae Corixidae Psychodidae Hidrobiidae	7
5	Corydalidae	6
6	Thriaridae	5
7	Ceratopogonidae	4

Después de la calificación se sumaron

los valores de sensibilidad de las familias presentes en los puntos de estudio, y se procedió a categorizarlas según lo siguiente (Tabla 3):

Tabla 3. Rangos del índice BMWP
Fuente: Zamora (1999)

Clase	Rango	Calidad	Características
I	≥121	Muy buena	Aguas muy limpias
II	101-120	Buena	Aguas limpias
III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas
IV	36-60	Dudosa	Agua contaminadas
V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas
VI	≤15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas

Análisis Estadístico

Mediante el programa estadístico R 3.2.2., se determinaron las diferencias significativas por medio del análisis de varianza de doble vía para cada río⁽¹⁴⁾.

Niveles Tróficos

Por último, se determinaron los niveles tróficos existentes en cada lugar de muestreo y las salidas realizadas, la clasificación se efectuó mediante lo estipulado en el estudio de Ramírez y Gutiérrez (2014) (Tabla 4)⁽¹⁵⁾.

Tabla 4. Grupos Tróficos

Nombre	Símbolo
Colectores Recogedores	CR
Colectores Filtradores	CF
Predadores	PR
Fragmentadores	F

Resultados

Familias representativas

Las familias presentes en todas las estaciones fueron Leptophlebiidae, Leptohyphidae y Baetidae, pertenecientes al



orden Ephemeroptera (Figuras 4, 5 y 6); y la familia Ceratopogonidae perteneciente al orden Díptera (Figura 7). La familia Leptophlebiidae fue la más abundante con 475 individuos.

Al comparar la abundancia entre estaciones se observó que las familias Leptophlebiidae y Leptohyphidae fueron menos abundantes en la estación “antes” del río Atacames donde se halló un número de 13 y 22 individuos respectivamente. La familia Ceratopogonidae fue menos abundante en la estación “después” de los dos ríos donde presentó 1 y 2 individuos correspondientemente (Gráfico 1).

Índices ecológicos

Índice de Simpson

La estación “después” del río Atacames presentó la mayor dominancia con un valor de 0,45, debido a la presencia de gran cantidad de individuos pertenecientes a la familia Leptophlebiidae (Gráfico 2).

Por otro lado, la estación “antes” del río mencionado presentó la mayor diversidad con un valor de 0,80 (Gráfico 3).

Índice de Jaccard

El río Teaone presentó la mayor similitud de familias al comparar las estaciones, con un valor de 58,33 %, durante el último muestreo; por otro lado, se puede destacar que durante el segundo muestreo en el río Teaone y Atacames se obtuvo el mismo valor de similitud con un 40 %. (Gráfico 4).

Índices de calidad de agua

Índice EPT

Las estaciones del río Teaone y la estación “después” del río Atacames presentaron calidad de agua “muy buena”, con porcentajes entre el 75 % y el 100 %. En



Figura 4. orden: Ephemeroptera
Familia: Baetidae



6. orden: Ephemeroptera
Familia: Lepthohyphidae

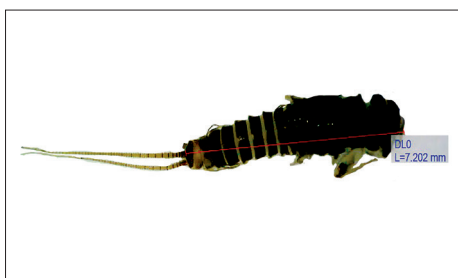


Figura 5. orden: Ephemeroptera
Familia: Leptophlebiidae



Figura 7. orden: Díptera
Familia: Ceratopogonidae

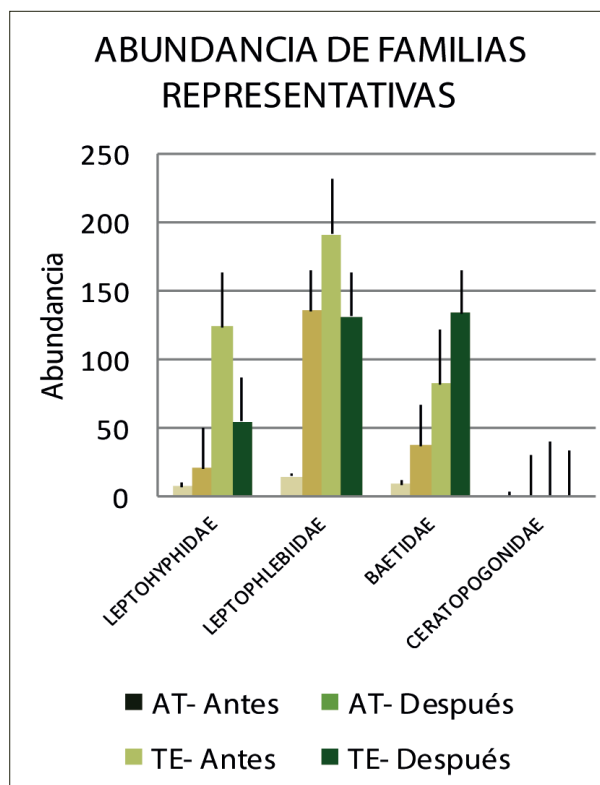


Gráfico 1. Abundancia de las familias presentes las estaciones de muestreo



cambio, la estación “antes” del río Atacames mostró calidad de agua “buena”, con porcentajes entre el 50 % y el 74 % (Gráfico 5).

Índice BMWP

Las estaciones del río Atacames y la estación “después” del río Teaone, presentaron calidad de agua “dudosa”, la calificación para estas estaciones estuvo entre 36 y 60; mientras que en la estación “antes” del río Teaone indicó calidad de agua “aceptable”, su calificación estuvo entre 61 y 100 (Gráfico 6).

Análisis estadístico

Las familias Naucoridae, Leptophlebiidae e Hydropsychidae presentaron diferencias significativas al aplicar la varianza doble vía en los ríos Atacames y Teaone. La familia Naucoridae fue menos abundante en el río Teaone que en el río Atacames con una $p=0,054$. En cambio, las familias Leptophlebiidae e Hydropsychidae fueron menos abundantes en el río Atacames que en el río Teaone con una $p=0,058$ y $p=0,0003$ (Tabla 5).

Tabla 5. Familias que presentaron diferencias significativas

Naucoridae		
Río	$p=0,054$	Teaone < Atacames
Estación	$p=0,985$	---
Río x Estación	$p=0,530$	
Leptophlebiidae		
Río	$p=0,0589$	Atacames < Teaone
Estación	$p=0,1585$	---
Río x Estación	$p=0,0277$	
Hydropsychidae		
Río	$p=0,000399$	Atacames < Teaone
Estación	$p=0,878095$	---
Río x Estación	$p=0,074152$	

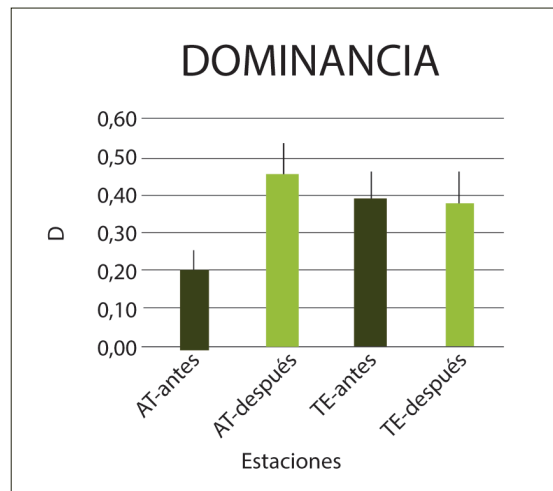


Gráfico 2. Dominancia de familias en las estaciones de muestreo

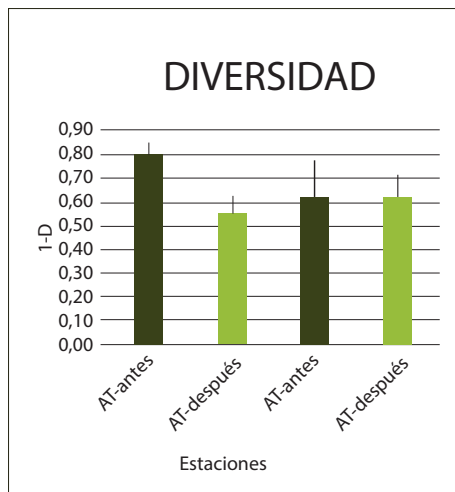


Gráfico 3. Diversidad en las diferentes estaciones de muestreo

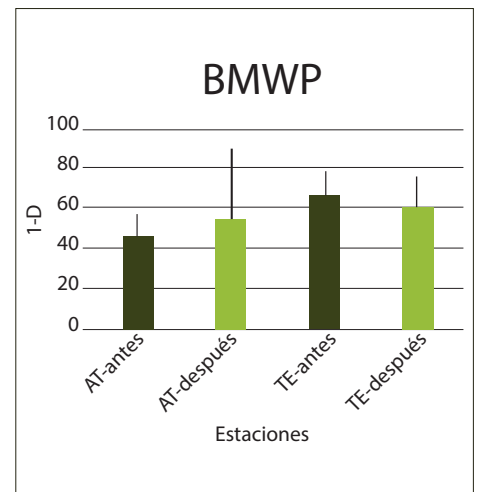


Gráfico 6. Calidad de agua según el índice BMWP en las estaciones de muestreo

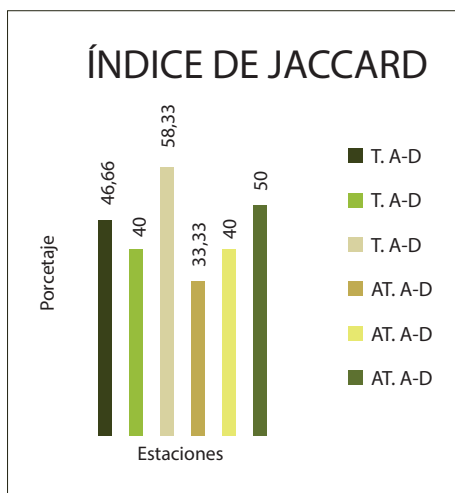


Gráfico 4. Porcentaje de similitud entre las estaciones “antes y después” (A-D) de los ríos Teaone (T) y Atacames (AT) cada color representa un muestreo en cada estación

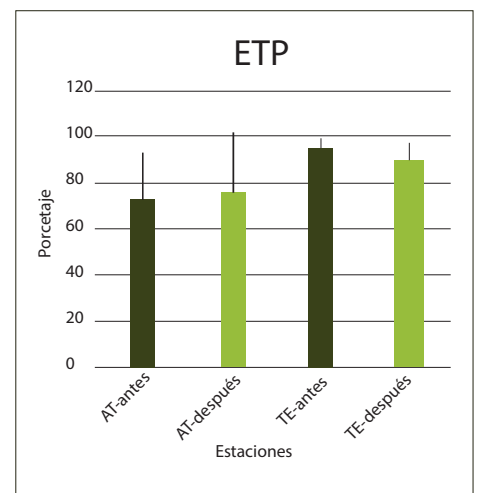


Gráfico 5. Porcentajes del índice EPT encontrados en las estaciones de muestreo



Niveles tróficos

El grupo trófico con mayor cantidad de individuos fue “Colectores-Recogedores” al que pertenecen las familias Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Hydropsychidae, Psychodidae y Elmidae, y su presencia fue concurrente en los dos ríos.

En cuanto a los “Colectores-Filtradores” al que pertenecen las familias Philopotamidae, Hydropsychidae, Pyralidae, Limonidae y Corbiculidae, estuvieron presentes en un 13 % en las estaciones del río Teaone durante el primer muestreo; mientras que en la estación “antes” del río Atacames estuvieron presentes en un 5 % durante el primer muestreo y en la estación “después” del mismo río, en un 3 % durante el segundo muestreo.

Los “Predadores” al que pertenecen las familias Gomphidae, Ceratopogonidae, Hydrobiidae, Naucoridae, Corixidae y Corydalidae, no se encontraron en la estación “antes” del río Atacames durante el segundo muestreo.

Por último, los “Fragmentadores” al que pertenecen las familias Ptilodactylidae, Palaemonidae y Thiaridae, estuvieron en mayor porcentaje en la estación “antes” del río Atacames durante el primer muestreo (Gráfico 7).

Discusión

Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua constituyen un instrumento sencillo y de gran utilidad ya que solo requieren la identificación y cuantificación de los mismos encontrados en los puntos de muestreo, aplicándose índices de diversidad adecuados para la calidad de agua⁽¹⁶⁾.

De acuerdo a Guijarro (2015) se caracterizaron los parámetros físico-químicos en el río Teaone, reportando que la temperatura media fue de 30 ± 2 °C, con-

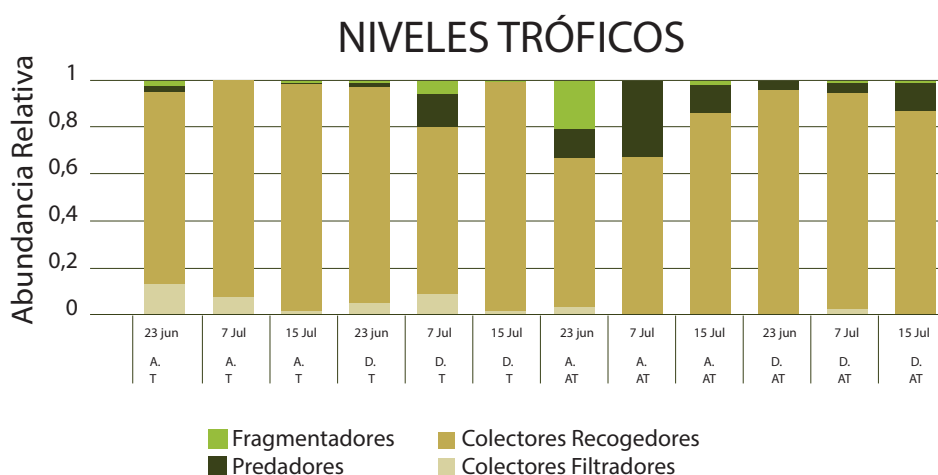


Gráfico 7. Análisis de los grupos tróficos en las estaciones “antes” (A) y “después” (D) de los ríos Teaone (T) y Atacames (AT)

ductividad media fue de $373,3 \pm 196,7$ μ S/cm en todo el cuerpo de agua, oxígeno disuelto en el agua de 7mg/L hasta 9 mg/L, potencial de hidrógeno (pH) 7 a 7,5 y nitrato con un promedio de 0,16 mg/L en todo el gradiente longitudinal del cauce⁽³⁾. En comparación con el estudio de Prado (2015) donde su medidas de los parámetros físico - químicos eran en el río Teaone 28 ± 31 °C, conductividad media fue de 795 ± 822 μ S/cm en todo el curso del agua, oxígeno disuelto en el agua 10,03 mg/L hasta 10,73 mg/L y potencial de hidrogeno (pH) 7,5 a 7,91⁽¹⁷⁾. En cuanto a los parámetros físico-químicos del río Atacames los resultados obtenidos por Sánchez (2013) fueron: potencial de hidrogeno (pH) 8,34, conductividad 497 μ S/cm, y temperatura promedio de 25° C⁽¹⁸⁾. Todos los datos mencionados anteriormente los obtuvieron en la época seca.

En esta investigación se determinó que las familias Leptophlebiidae, Leptohiphyidae, Baetidae pertenecientes al orden Ephemeroptera y Ceratopogonidae perteneciente al orden Diptera, fueron las más predominantes en las estaciones muestreadas, indicando que la primera

familia es indicadora de la calidad de agua la cual se tomó en consideración para estimar la calidad del agua en ambos ríos. En el estudio de Guijarro (2015) realizado en el río Teaone, los individuos que presentaron mayor abundancia pertenecen a las familias Leptophlebiidae, Baetidae y Elmidae al igual que en nuestro estudio donde la familia Leptophlebiidae es indicadora de calidad de agua⁽³⁾. Sánchez en el 2015 realizó un análisis de macroinvertebrados en el río Atacames donde obtuvo que las familias con mayor abundancia fueron Leptophlebiidae y Hydropsychidae donde la primera familia que se menciona en este estudio es indicadora de calidad ambiental⁽¹⁸⁾. Los estudios mencionados anteriormente fueron realizados en los mismos ríos de la investigación en cuestión, presentando iguales condiciones ambientales debido a que fue realizado en época seca, además de aplicar la misma metodología en el estudio. En una investigación realizada en Colombia los resultados presentados con respecto a las familias con gran abundancia fueron Leptophlebiidae, Elmidae, Hydropsychidae y Chironomidae siendo la primera familia nombrada indicadora de



calidad de agua, este estudio es mencionado porque en él se encontraron características ambientales similares, al igual que este estudio se realizó en época seca y también se emplearon dos zonas para determinar la calidad ambiental⁽¹⁹⁾.

En el presente estudio se comparó la riqueza entre estaciones donde se cuantificaron 15 individuos de la familia Leptophlebiidae en la estación “antes” del río Atacames, y en la estación “después” se calcularon 136; en el río Teaone en cuanto a la estación “antes” fueron 192 individuos de la misma familia y en la estación “después” 132. Sin embargo, en el estudio de Sánchez (2015) la estación “antes” del río Atacames presentó 113 organismos y en la estación “después” 97⁽¹⁸⁾.

La estación antes del río Teaone según el índice BMWP establece que la calidad de agua es aceptable, mientras que al aplicar el índice EPT indica que es muy buena; en comparación a la estación antes del río Atacames con el índice BMWP es dudosa, y al usar el índice EPT indica que es buena.

En los datos presentados en esta investigación se observa que la calidad de agua de los ríos Teaone y Atacames coincide cuando se emplea el índice BMWP y el índice de diversidad de Simpson al igual que en los estudios realizados por Guijarro (2015) y Martínez et al. (2014), donde se comprobó el funcionamiento de los diferentes índices para establecer la calidad de agua de varios cauces de la ciudad de Esmeraldas^(2,3). Los resultados obtenidos expresaron que los índices BMWP y el de diversidad de Simpson son de mayor confianza para expresar la calidad de los ríos, esto se debe a que utilizan todas las familias presentes en las estaciones muestreadas. Al emplear el índice BMWP no hubo influencia del núcleo poblacional en el río Atacames,

mientras que en el río Teaone sí se pudo observar una ligera influencia del núcleo poblacional hacia el mismo. Sin embargo, si comparamos estos resultados con los obtenidos empleando el índice EPT, éste no expresa la realidad del recurso hídrico, porque se basa en la presencia de tres órdenes (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) que son indicadores de agua. Los individuos con mayor abundancia en las estaciones muestreadas pertenecen al primer (Ephemeroptera) y último (Trichoptera) orden de los mencionados anteriormente. Según Carrera y Fierro (2001), la mayoría de las especies que existen en los cauces, tienen la capacidad de adaptarse a cambios leves en su ambiente, a medida que incrementa los niveles de contaminación estas adaptaciones van minorando su eficacia y afectando su supervivencia, por lo que los cauces mencionados en este estudio presentan condiciones aptas que favorecen a la abundancia de estos órdenes ya mencionados⁽⁸⁾.

Además, no se encontró ningún individuo que pertenezca al orden Plecóptera, ya que en corrientes variables son menos abundantes, razón por la cual la utilización de este índice no puede ser adecuado en lugares con estas características⁽²⁰⁾.

Los ríos Teaone y Atacames presentaron similitud con respecto a la comunidad funcional, que se comprobó al analizar los niveles tróficos. El nivel trófico que presentó mayor abundancia fue el de los “Colectores-Recogedores”, esto se debe a sus hábitos alimenticios, ya que son considerados generalistas y se alimentan de materia orgánica particulada, al igual que en el estudio realizado por Guijarro (2015) donde se muestreó sólo en el río Teaone, siendo esta investigación la primera en presentar un reporte del grupo funcional de macroinvertebrados en el río Atacames⁽³⁾.

Conclusiones

Durante la investigación se encontraron 3190 individuos pertenecientes a 20 familias y 10 órdenes. Las familias más abundantes en todas las estaciones fueron: Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Baetidae y Cerapotonidae. La familia Leptophlebiidae es de suma importancia para los índices BMWP y EPT, con estos índices se puede estimar la calidad de agua de los ríos Teaone y Atacames.

Los valores obtenidos en el análisis de los grupos tróficos determinaron que el grupo con mayor abundancia fue el de los “Colectores- Recogedores” en todas las estaciones.

El índice BMWP expresó que la calidad de agua en las estaciones de Atacames es dudosa mientras que en la estación “antes” del Teaone la calidad de agua es aceptable. El índice EPT expresó que la calidad de agua en la estación “antes” del río Atacames es buena mientras que en el resto de las estaciones es muy buena.

El índice de Simpson obtuvo como resultado una mayor diversidad en la estación “antes” del río Atacames, y en la estación “después” del mismo río se obtuvo la mayor dominancia.

Finalmente el río Teaone presentó una ligera incidencia poblacional en la calidad de agua, al contrario de lo que se observó en el río Atacames. 🌿

* *Estudiantes de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE.*

Referencias

(1) Sabater S, Elosegui A. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Presentación: importancia de los ríos.* En: Fundación BBVA. 2009. Disponible en:



- http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_01.pdf
- (2) Martínez Sanz C, Puente García SM, Rebolledo Monsalve ER, Jiménez Prado P. Macroinvertebrate Richness Importance in Coastal Tropical Streams of Esmeraldas (Ecuador) and Its Use and Implications in Environmental Management Procedures. *Int J Ecol*. 2014.
- (3) Guijarro Viteri MM. Caracterización de la calidad de agua del río Teaone utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas; 2015.
- (4) Velarde Cruz E. ANALISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL MUNICIPAL-ESMERALDAS. 2013; Disponible en: <http://dspace.cedia.org.ec/handle/123456789/844>
- (5) Figueroa R, Valdovinos C, Araya E, PARRA O. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Rev Chil Hist Nat*. 2003;76(2):275-85.
- (6) Echarri L. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (libro electrónico).
- (7) Mancheno A, Veloz DA. Diseño de la captación de agua en el río Atacames y conducción para el abastecimiento de agua de la cabecera parroquial de La Unión de Atacames. Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2012.
- (8) Carrera Reyes C, Fierro Perálbo K. Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. FAO. 2001.
- (9) Plafkin JL, Barbour MT, Porter KD, Gross SK, Hughes RM. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency. 1989.
- (10) Martínez Sanz C. Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas; 2013.
- (11) Moreno CE. ORCYT-UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). 2001; Disponible en: http://tuxchi.iztacala.unam.mx/disweb/demo_ecologia/pdfs/libros/mantes1.pdf
- (12) Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD, Stribling JB. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers. USEPA Wash. 1999.
- (13) Zamora GH. Adaptación del índice BMWP para la evaluación biológica de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. *Rev Unicauca*. 4:47-60.
- (14) R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2012. Disponible en: <http://www.R-project.org/>
- (15) Ramírez A, Gutiérrez-Fonseca PE. Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. *Rev Biol Trop*. 2014;62:155-67.
- (16) Vásquez Silva G, Castro Mejía G, González Mora I, Pérez Rodríguez R, Castro Barrera T. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. *ContactoS*. 2006;60:41-8.
- (17) Prado Villacreses EV. Estado de la calidad del agua del río Teaone (cuenca baja) entre la Termoeléctrica y la desembocadura del río Esmeraldas, sector de la Propicia I. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas; 2015.
- (18) Sánchez Hernández I. Composición de la Comunidad de Macroinvertebrados a lo largo de una Gradiente Longitudinal, Cabecera – Tramo Medio, en el Río Atacames (Esmeraldas, Ecuador). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas; 2015.
- (19) Longo M, Zamora H, Guisande C, Ramírez J. Dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada Potrerillos (Colombia): Respuesta a los cambios estacionales de caudal. *Limnetica*. 2010; 29(2):195-210.
- (20) Domínguez E, Fernández H. Calidad de los ríos de la Cuenca del Salí (Tucumán, Argentina medida por un índice biótico. *Ser Conserv Nat*. 1998;12:2-40.