



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Trabajo de Integración Curricular

Determinación de macroinvertebrados acuáticos como organismos indicadores del estado actual del ecosistema lótico en la quebrada Oro en la comunidad Cofán Dureno, provincia Sucumbíos.

Jennifer Esthela Ajila Reyes¹
lblg2017004@uea.edu.ec

Shakira Fanny Yumbo Licuy¹
lblg2017128@uea.edu.ec

M.Sc. Cecilia Elizabeth Rodríguez Haro²
crodriguez@uea.edu.ec

**Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencia de la Vida,
Carrera de Biología ⁽¹⁾**

Resumen

Los macroinvertebrados son organismos acuáticos que actúan como indicadores del estado ecológico del ecosistema lótico. El objetivo del presente trabajo fue estudiar los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Oro en la Comunidad Cofán Dureno en la provincia de Sucumbíos. Se definieron dos transectos, del punto 1 al 2 y del punto 2 al 3, donde se obtuvieron 14 familias con un total de 272 ejemplares de macroinvertebrados. Para la recolecta se utilizó redes de profundidad y de orilla, además fueron conservados en alcohol al 70%. Se utilizaron los índices BMWP/Col (Biological Monitoring Workin Party- Colombia) y EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) para evaluar la calidad de agua con la abundancia de las familias encontradas en la zona de estudio. El índice de BMWP/Col en el transecto 1 presentó un puntaje de 212 lo que indicó que es excelente mientras que en el transecto 2 presentó un puntaje de 60 lo que indicó que es mala. El índice de EPT en ambos transectos 1 y 2 presentó un porcentaje menor de 24% lo que indicó que son malas en la calidad de agua. Adicionalmente, se utilizaron otros dos índices que calculan la diversidad y la dominancia de las especies en el hábitat, que son los índices de

Simpson en donde ambos transectos presentaron baja dominancia y Shannon presentaron en ambos transectos una diversidad media. Los resultados obtenidos mediante la prueba de t-Student mostraron que algunas especies tienen diferencias significativas con valores menor de 0,05 con respecto a la distribución. Muchas de las familias como Ampullariidae, Triaridae, Caenidae, Hydrometridae y Corixidae, presentaron menor abundancia en estado de calidad de agua mala, mientras que en las familias de Palaemonidae, Hydrobiidae, Gerridae, Naucoridae, Corbiculidae Polycentropodidae, Aeshnidae, Unionidae y Glossiphoniidae se encuentran en aguas buenas y pocas contaminadas, con mayor abundancia dentro del ecosistema.

Palabras Clave: Macroinvertebrados acuáticos, ecosistema lótico, calidad de agua, índice de BMWP/Col.

Abstract

Macroinvertebrates are aquatic organisms that act as indicators of the ecological status of the lotic ecosystem. The objective of this work was to study the aquatic macroinvertebrates in the Oro creek in the Cofán Dureno Community in the province of Sucumbíos. Two transects were defined, from point 1 to 2 and from point 2 to 3, where 14 families with a total of 272 macroinvertebrate specimens were obtained. For the collection, deep and shore nets were obtained, and they were also preserved in 70% alcohol. The BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party- Colombia) and EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) indices were used to evaluate the water quality with the abundance of the families found in the study area. The BMWP/Col index in transect 1 presented a score of 212, which is not good, while in transect 2 it presented a score of 60, which is not good. The EPT index in both transects 1 and 2 presented a lower percentage of 24%, which indicates that they are poor in water quality. In addition, two other indices were used that calculate the diversity and dominance of the species in the habitat, which are the Simpson indices where both transects presented low dominance and Shannon indices presented medium diversity in both transects. The results obtained



through the t-Student test showed that some species have significant differences with values less than 0.05 with respect to the distribution. Many of the families such as Ampullariidae, Triaridae, Caenidae, Hydrometridae and Corixidae, presented lower abundance in poor water quality, while in the families of Palaemonidae, Hydrobiidae, Gerridae, Naucoridae, Corbiculidae Polycentropodidae, Aeshnidae, Unionidae and Glossiphoniidae there are in good and slightly polluted waters, with greater abundance within the ecosystem.

Keywords: Aquatic macroinvertebrates, lotic ecosystem, water quality, BMWP/Col index.

1. INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados han sido utilizados como indicadores de calidad de agua, indicadores biológicos y algunos organismos están ligados en ciclos biológicos. En los ecosistemas acuáticos existen bioindicadores donde algunos son sensibles, otros tolerantes a la contaminación, Hanson Springer, & Ramírez (2010) mencionaron que se encuentran con mayor abundancia en ríos, arroyos y manantiales tales como; Dípteras, Coleóptera y Odonata.

La presencia de macroinvertebrados es esencial en un ecosistema acuático, según Guareschi (2015), afirmó que los macroinvertebrados permiten determinar el estado actual de un hábitat, aunque son pocos estudiados y protegidos a diferencia de otros organismos superiores que son más atractivos para el público tales como los animales vertebrados y las plantas. La valoración de estas especies acuáticas permite entender el grado de contaminación en los ríos, lagos y lagunas.

En el país existen diferentes tipos de macroinvertebrados, según Giacometti & Bersosa (2006), consideran que son indicadores biológicos porque pueden brindar información sobre la calidad ecológica de varios cuerpos hídricos. Así como la diversidad taxonómica y funcional en relación con los regímenes de caudal y disturbios hidrológicos o como respuesta a factores ambientales y condiciones fisicoquímicas, existiendo escasa información acerca de los efectos de los cambios de la vegetación. En estudios realizados en la región litoral, existe un reporte de la

ciudad de Quevedo, realizado por Alberto, González y Vallarino (2014), demostraron que las actividades antropogénicas producen alteraciones en los cuerpos de agua que afectan la presencia de los macroinvertebrados acuáticos. Mientras que, en la amazonia, en el territorio Cofán Dureno, evidenciaron signos de contaminación provocados por la deforestación del bosque y la extracción de petróleo en algunas quebradas del mismo territorio (Borman, 2007).

Por ello, se consideró estudiar los macroinvertebrados en la quebrada Oro de la comunidad Cofán Dureno, porque sus habitantes no tienen el conocimiento e información sobre la importancia de los macroinvertebrados para entender la calidad del agua. Además, estas especies se encuentran afectadas por los cambios en los ecosistemas acuáticos, que están asociadas a las actividades antropogénicas que conllevan a la contaminación de la quebrada y al cambio climático que perturban la presencia de invertebrados acuáticos.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló mediante la captura de macroinvertebrados en la quebrada Oro de la comunidad Cofán Dureno de la provincia Sucumbíos porque son organismos indicadores de calidad de agua del ecosistema lótico. Para la determinación de la calidad de agua se tomaron en cuenta los distintos tipos índices, para evaluar los índices de BMWP/Col y EPT de las comunidades de macroinvertebrados en los transectos. Se realizó la comparación de los índices de Simpson y Shannon Weaver la dominancia y la diversidad de los macroinvertebrados de los dos transectos de la quebrada Oro.

Se analizaron los datos estadísticos mediante de t-Student con los índices de BMWP/Col y EPT.

2.1 Localización

El presente estudio se realizó en la comunidad Cofán Dureno, se encuentra ubicada en el margen derecho del río Aguarico (Figura 1), cuenta con una población de 700 personas, pertenece a la nacionalidad Cofán (Ayora, 2020).



Figura 1. Mapa de ubicación de los lugares de muestreo



Fuente: Realizado por: Shakira Yumbo y Jennifer Ajila

La quebrada Oro es un tributario del río Aguarico, se encuentra a 15m de la comunidad Cofán Dureno, posee aguas ligeramente claras y negras, el color se debe a la presencia de hojas y troncos, en el fondo se encuentra arena, arcilla, rocas y limo orgánico en las orillas (Figura 2). El bosque es secundario a lo largo de la quebrada, la temperatura oscila entre 25°C a 30°C, con precipitaciones promedio de 1,577 mm, cuenta con una altitud de 271 m.s.n.m. Además, con el paso del tiempo la quebrada se ha visto sometida a una presión sobre los recursos hídricos debido al incremento de las actividades humanas como: la agricultura, el crecimiento de la población, la deforestación, entre otros.

Figura 2. Vegetación del de la quebrada Oro.



Fuente: Realizado por: Shakira Yumbo y Jennfier Ajila. [Fotografía].

2.2 Diseño de investigación

Se realizó un diseño exploratorio, con enfoques cualitativos y cuantitativos. Se evaluó los datos con la prueba estadística t-Student para comparar la normalidad de macroinvertebrados entre los transectos de muestreo, para el análisis del estado del ecosistema lótico de la quebrada Oro.

2.3 Métodos de investigación

2.3.1 Determinación de los transectos en la zona de estudio.

Para la determinación de los transectos se tomó en cuenta el método de tipo intencional aleatorio, en donde se establecieron dos transectos a una distancia de veinte metros en la quebrada Oro, de acuerdo con esto se definieron tres puntos de muestreo, el transecto 1 ubicado en la parte alta de la quebrada y de igual forma del transecto 2 ubicado en la zona baja de la misma. Con estos datos se identificaron las coordenadas del sitio con el GPS.



Tabla 1. *Caracterización de los puntos de muestreo*

Puntos de muestreo		Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)
Transecto 1	Inicial	18N 0.047744	-7.670.017	272 m.s.n.m
	Medio	18N 0.047314	-76.701.263	271 m.s.n.m
Transecto 2	Final	18N 0.048352	-76.698.725	271 m.s.n.m

Realizado por: Shakira Yumbo y Jennfier Ajila

2.3.2 Determinación de métodos de recolección en el ecosistema lótico

El ecosistema lótico de la quebrada Oro, se aplicó métodos de recolección teniendo en cuenta la exploración de la zona, en la cual involucraron espacios como macrocitos acuáticos, raíces sumergidas, sustratos de fondo y superficial. Para la obtención de macroinvertebrados, se consideró la técnica de Gonzales & Arana Maestre, (2014). El cubrimiento del transecto fue de 15m hacia otro transecto durante 20 a 30 minutos aproximadamente.

2.3.2.1 Métodos de recolección cuantitativos a utilizarse

El ecosistema lótico de la quebrada Oro, posee características de aguas corrientes de poca profundidad por ello se utilizó distintos métodos que son considerados factibles en la obtención de macroinvertebrados acuáticos para este estudio, siendo así se destaca los siguientes métodos de Gonzales & Arana Maestre, (2014): Red tipo D-net (barrido en orilla y aguas profundas), red de aterrizaje (barrido en orilla), y recolección manual (levantamiento de materiales).

2.3.2.2 Análisis e identificación de los macroinvertebrados acuáticos

Previo al análisis de muestras recolectadas se ejecutó un lavado con agua del medio filtrada con cernidor, después se quitó con un pincel los sedimentos que rodeaban a la especie, se tomó fotografías en el hábitat y se colocaron los

especímenes en una bandeja blanca y por medio de una pinza, se recuperó y colocó cuidadosamente en unos frascos pequeños que contenían alcohol de 75% para la separación, identificación y conteo.

Para la identificación de las muestras de macroinvertebrados, se procedieron a observar mediante observación y con la ayuda de una lupa, se determinaron los niveles taxonómicos de cada familia de macroinvertebrados de igual forma con los datos cuantitativos que se realizó por conteo de todos los grupos de familia. Por lo tanto, se tomaron en cuenta las claves, descripciones para cada familia, también se utilizó las guías de Domínguez & Fernández, (2009); Pérez (2003) y Roldán (2016), este proceso se realizó “in situ”.

2.3.3 Determinación de cálculos en la evaluación de la calidad de agua

Se utilizaron dos tipos de métodos de evaluación para determinar la calidad de agua, mediante el listado taxonómico de acuerdo las familias que se encontró para la comparación de los macroinvertebrados acuáticos recolectados según los transectos de la quebrada Oro.

La primera evaluación se realizó con el índice **BMWP/Col** (Biological Monitoring Workin Party), de acuerdo con Pérez (2003) es sencilla y fácil de ejecutar. El índice de BMWP/Col es un método rápido para la detrmnación de los organismos más tolerantes a la contaminación orgánica, apartir del taxón de la familias mediante datos calitativos de ausencia y presencia. Por medio del puntaje que va del 1 a 10 de acuerdo a la tolerancia que exista en el ecosistema lótico ante la contaminación. Por ello, es importante tener en cuenta el sensible nivel de calidad de agua, esto debido a la abundancia de especies que se encontró, en cuanto menor es la suma mayor es la contaminación, esto permitió la determinación del respectivo aspecto del ecosistema lótico.

También, se determinó con el índice **EPT** (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), de acuerdo con Carrera (2001), menciona que “Se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son los



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

Trabajo de Integración Curricular

siguientes: Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera”. Se llevó a cabo la identificación con el nivel taxonómico por familia, se tomó en cuenta la abundancia de cada taxón y el total, para determinarlo se procedió por medio de la fórmula (Calidad de agua= EPT total / Abundancia Total *100) y el resultado obtenido se verificó según el nivel de calidad de agua, si el porcentaje va 75-100% es muy buena, del 50 – 74% es buena, del 25-49 % es regular y si es de 0-24% es mala, es decir que está contaminada.

2.3.4 Determinación del índice Simpson y Shannon-Weaver

Se aplicó dos tipos de índices de acuerdo con Pastran (2017), para la determinación de la diversidad biológica de los macroinvertebrados, la primera es mediante la dominancia de Simpson que se determinó que especie predomina más de acuerdo con el punto de muestra colectado, la fórmula del índice es ($D = \frac{1}{\sum (p_i)^2}$). Según la valorización de este índice, p-valor es de 0,01-0,33 es baja, si el p-valor es de 0,34-0,66 es media y si el p-valor es mayor que 0,67 es alto, lo que indica dominancia de las especies.

El segundo análisis es por medio de la diversidad de Shannon-Weaver, este método sirvió para medir la diversidad específica que hay en un determinado lugar, por lo siguiente su fórmula es ($H = -\sum P_i (\ln P_i)$). Según este índice, si los valores son de 0 -1,35 es bajo, si es de 1,36-3 es media, pero si el valor es mayor que 3 es alta lo que indica la diversidad de especies.

2.3.5 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa del software IBM SPSS, a partir de los índices obtenidos EPT y BMWP/Col de acuerdo con Serrano (2016) para la determinación de normalidad en los transectos. Para ello se aplicó la prueba de t-Student para la verificación si existen alguna diferencia significativa entre ambos transectos 1 y 2, luego se efectuó la prueba K-S y la prueba de Shapiro Wilks para la medición del grado de concordancia que puede existir entre la distribución normal de una muestra estadística.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 272 especies de macroinvertebrados, distribuidas en 14 familias. Se realizó en una estación seca en dos transectos de los puntos establecidos, se ejecutó 2 repeticiones durante un mes, siendo así con los datos obtenidos entre todas las familias identificadas fueron un total de 14; el orden Verenoida (31 ejemplares) perteneciente a la familia Corbiculidae, del orden Mesogastropoda (10 ejemplares) perteneciente a la familia Thiaridae, orden Ephemeroptera (9 ejemplares) perteneciente a la familia Caenidae, el orden Trichoptera (38 ejemplares) perteneciente a la familia Polycentropodidae, el orden Mollusca (14 ejemplares) perteneciente a la familia Ampullariidae, el orden Hemiptera (9 ejemplares) perteneciente a la familia Corixidae, el orden Unionoida (19 ejemplares) perteneciente a la familia Unionidae, el orden Decapoda (27 ejemplares) perteneciente a la familia Palaemonidae, el orden Mesogastropoda (30 ejemplares) perteneciente a la familia Hydrobiidae, el orden Rhynchobdellida (11 ejemplares) perteneciente a la familia Glossiphoniidae, el orden Hemiptera (19 ejemplares) perteneciente a la familia Naucoridae, el orden hemiptera (33 ejemplares) perteneciente a la familia Gerridae, el orden Odonata (14 ejemplares) perteneciente a la familia Aeshnidae, el orden Hemiptera (8 ejemplares) perteneciente a la familia Hydrometridae.

Además, las familias de los macroinvertebrados son importantes para el medio en que se desarrollan, la primera familia Corbiculidae, se caracterizan por tener una reproducción en abundancia en diferentes tipos de aguas. La segunda familia Thiaridae, se encuentran en agua dulce y en algunos ecosistemas están en mayor abundancia. La tercera familia Caenidae, esta familia de ninfas e insectos pequeños, en algunos hábitats existen menos que en otros. La cuarta familia Polycentropodidae, es una especie que depende mucho del medio acuático lo que quiere decir que la totalidad y la mayoría están en el medio acuático para su desarrollo. La quinta familia Ampullariidae, esta especie está caracterizada por tener la “ampulla”, es decir cuenta con la presencia de un doble sistema de respiración. La sexta familia Corixidae, es una especie de insectos donde su desarrollo es el medio acuático, donde viven en estanques y corrientes de agua. La séptima familia



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Trabajo de Integración Curricular

Unionidae, son especies que pasan exclusivamente en aguas dulces con mayor abundancia en algunos ecosistemas, las especies se encuentran en mayor peligro de extinción. La octava familia Palaemonidae, son especies que también son de agua dulce y se encuentra casi en mayor abundancia dentro de los ecosistemas. La novena familia Hydrobiidae son de talla media a pequeña, que tienen operculados y principalmente son de agua dulce y se encuentran la mayoría en menor y mayor cantidad. La décima familia Glossiphoniidae, son hirudíneos de aguas dulce que se encuentran en gran mayoría en diferentes ecosistemas, son de mediano pequeño y mediano tamaño se encuentran por las rocas. La onceava familia Naucoridae, son insectos de pequeño y mediano tamaño, algunos de ellos son difíciles de capturar y la gran mayoría son abundantes. La doceava familia Gerridae, esta especie se caracteriza por tener las patas largas, también son de agua dulce, es de mayor abundancia en diferentes lugares ecosistémicos. La treceava familia Aeshnidae, los insectos se encuentran en gran mayoría, sobre todo en agua dulce, algunos de ellos son difíciles de capturar. La catorceava familia Hydrometridae, son insectos medianos de agua dulce, estas especies tienen el cuerpo y las patas finas, pasan en las riberas de los riachuelos.

3.1 Cálculo del índice BMWP/Col

Para la identificación de la calidad de agua en la quebrada Oro, se evaluó a partir del índice BMWP/Col ya que es sencilla y fácil de aplicar, utilizando los macroinvertebrados como bioindicadores, se consideró la valorización de la familia, según Pérez (2003) el método BMWP/Col, cuanto menor es la suma mayor es la contaminación como se demuestra en la tabla 2. Los resultados obtenidos en la primera toma de la muestra del punto 1 al 2, se identificaron 14 familias, en donde se obtuvo un puntaje 212. De acuerdo con el puntaje obtenido, se determinó que el nivel de calidad de agua es de excelente, mientras que en la segunda muestra del punto 2 al 3, se identificaron 14 familias, en donde se obtuvo un puntaje de 60. Mientras que el otro punto de muestreo, con el puntaje obtenido, se determinó que el nivel de calidad de agua es malo, es decir, son contaminadas.

Figura 3: Lista de macroinvertebrados identificados en la quebrada Oro



Fotografías de macroinvertebrados identificadas. A, Orden Verenoida familia Corbiculidae. B, pertenece al Orden Mesogastropoda familia Thiaridae. C Orden Ephemeroptera familia Caenidae. D, Orden Trichoptera familia Polycentropodidae. E, Orden Mollusca familia Ampullariidae. F, Orden Hemiptera familia Corixidae. G, Orden Unionoida familia Unionidae. H, Orden Decapoda familia Palaemonidae. I, Orden Mesogastropoda familia Hydrobiidae. J, Orden Rhynchobdellida familia: Glossiphoniidae. K, Orden Hemiptera familia Naucoridae. L, Orden hemiptera familia Gerridae. M, Orden Odonata familia Aeshnidae. N, Orden Hemiptera familia Hydrometridae.

Fuente: Realizado por: Shakira Yumbo y Jennifer Ajila [Fotografía].



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Trabajo de Integración Curricular

Tabla 2. *Calculo por índice BMWP/Col en los transectos.*

Familia:14	N°	Transecto 1	Transecto 2
		Abundancia	Abundancia
	BMWP/Col		
Palaemonidae	8	25	2
Hydrobiidae	8	28	2
Gerridae	8	30	3
Naucoridae	7	16	3
Corbiculidae	7	29	2
Polycentropodidae	7	35	3
Aeshnidae	6	10	4
Ampullariidae	6	9	5
Unionidae	6	15	4
Thiaridae	5	5	5
Corixidae	5	3	6
Hydrometridae	4	3	5
Caenidae	4	1	8
Glossiphoniidae	3	3	8
Abundancia total		212	60

Fuente: Pérez,2003 (Bioindicacion de la calidad de agua en Colombia.Propuesta para el uso del método BMWP/Col., 2003)

Realizado por: Shakira Yumbo y Jennifer Ajila.

3.2 Cálculo del índice EPT

Para la identificación de la calidad de agua en la quebrada Oro, también se utilizó el índice EPT, mediante el uso de los tres grupos de macroinvertebrados que son: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, que son sensibles a los contaminantes. En donde se consideró la valorización de la familia, según Carrera (2001), el método EPT, cuanto menor es el porcentaje mayor es la contaminación, como se demuestra en la tabla 3. Los resultados obtenidos mediante el cálculo del índice EPT se identificaron 2 órdenes en 3 Familias: Naucoridae (16 sp) en el orden Ephemeroptera, Polycentropodidae (35sp) en el orden Trichoptera y Caenidae (1sp) en el orden Ephemeroptera con una abundancia de 52 especies, dando así un porcentaje de 24% lo que indicó que la calidad de agua es mala en el sitio de muestreo del transecto 1. Sin embargo, el segundo resultado del transecto 2 dió como resultado 3 familias: Naucoridae (3sp) en el orden Ephemeroptera, Polycentropodidae (3sp) en el orden Trichoptera y Caenidae (8sp) en el orden Ephemeroptera con una abundancia de 14 especies, dando así un porcentaje de 23% que indicó que la calidad de agua es mala en el transecto.

Tabla 3. *Presencia por familia de EPT en los transectos.*

Tramo	Transecto 1		Transecto 2		
	Familia: 14	Abundancia	EPT (Presentes)	Abundancia	EPT (Presentes)
Palaemonidae		25		2	
Hydrobiidae		28		2	
Gerridae		30		3	
Naucoridae		16	16	3	3
Corbiculidae		29		2	
Polycentropodidae		35	35	3	3
Aeshnidae		10		4	
Ampullariidae		9		5	
Unionidae		15		4	



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Trabajo de Integración Curricular

Thiaridae	5	5		
Corixidae	3	6		
Hydrometridae	3	5		
Caenidae	1	1	8	8
Glossiphoniidae	3	8		
Abundancia total	212	52	14	
		$52/212=0.240.$	$14/60=0.23$	
EPT total		$24*100= 24\%$	$0.23*100=23\%$	
75-100%	Muy buena			
50-74%	Buena			
25-49%	Regular			
0-24%	Mala ←			

Fuente: Carrera,2001 (Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua., 2001)

Realizado por: Shakira Yumbo y Jennifer Ajila.

3.3 Cálculo del índice Simpson y Shannon-Weaver

Para la identificación de la dominancia y diversidad de especies de macroinvertebrados en la quebrada Oro, se utilizó el índice de Simpson y de Shannon-Weaver, mediante la abundancia de especies de las familias muestreadas de la zona. En donde se consideró la valoración de las especies, según Pastran (2017) el índice de Simpson, en cuanto al valor es menor que 0.33 es baja, pero si el valor es mayor que 0.67 es alta la dominancia. En el índice de Shannon-Weaver en cambio si el valor es menor que 3.5 es baja, pero si el valor es mayor que 3 es alta la diversidad, como se demuestra en la tabla 4. Los resultados obtenidos con respecto a las 14 familias de macroinvertebrados, la dominancia de Simpson en los dos transectos se obtuvo diferentes valores como resultado un p-valor de 0.11325 en el transecto 1, mientras que en el segundo transecto se obtuvo un p-valor de 0.08611,

dando en ambos transectos una dominancia baja de especies. En cuanto el índice de Shannon-Weaver, se presentó un valor de 2.3207 en el transecto 1, mientras que en el segundo transecto se obtuvo un valor de 2.5393 que indica que en ambos transectos la diversidad es media.

Tabla 4. *Calculo por el índice Simpson y Shannon-Weaver*

Transectos	Punto 1 al Punto 2			Punto 2 al Punto 3		
	Abundancia	Simpson (Pi ²)	Shanon (Pi*LnPi)	Abundancia	Simpson (Pi ²)	Shanon (Pi*LnPi)
Familia: 14						
Palaemonidae	25	0,01391	0,2521	2	0,00111	0,1134
Hydrobiidae	28	0,01744	0,2674	2	0,00111	0,1134
Gerridae	30	0,02002	0,2767	3	0,0025	0,1498
Naucoridae	16	0,0057	-0,195	3	0,0025	0,1498
Corbiculidae	29	0,01871	0,2721	2	0,00111	0,1134
Polycentropodidae	35	0,02726	0,2974	3	0,0025	0,1498
Aeshnidae	10	0,00222	0,1441	4	0,00444	0,1805
Ampullariidae	9	0,0018	0,1341	5	0,00694	0,2071
Unionidae	15	0,00501	0,1874	4	0,00444	0,1805
Thiaridae	5	0,00056	0,0884	5	0,00694	0,2071
Corixidae	3	0,0002	0,0603	6	0,01	0,2303
Hydrometridae	3	0,0002	0,0603	5	0,00694	0,2071
Caenidae	1	0,00002	0,0253	8	0,01778	0,2687
Glossiphoniidae	3	0,0002	0,0603	8	0,01778	0,2687
Total	212	0,11325	2,3207	60	0,08611	2,5393

Fuente: Pastran,2017 (Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macro invertebrados bentónicos, como bioindicadores: estudio de caso en el río Suárez (Chiquinquirá – Boyacá), 2017).

Realizado por: Shakira Yumbo y Jennifer Ajila.



3.4 Cálculo del análisis estadístico

Para el análisis estadístico de la normalidad se utilizó el t-Student en los dos índices de BMWP/Col y EPT en el programa software IBM SPSS de acuerdo con Serrano (2016), en donde se estableció dos hipótesis, H0: No existe abundancia de especies de macroinvertebrados en el transecto 1 en comparación con el transecto 2 con respecto a las familias de macroinvertebrados indicadoras de calidad de agua. H1: Existe abundancia de especies de macroinvertebrados en el transecto 1 en comparación con el transecto 2 con respecto a las familias de macroinvertebrados indicadoras de calidad de agua.

Según los resultados del t-Student del índice BMWP/Col se obtuvo mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov con valores de 0,002 y 0,0307 de igual forma en la prueba de Shapiro-Wilk con valores de 0,291 y 0,0116. Se demostró que las dos pruebas con el análisis de datos estadísticos, son significativos. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula ya que los valores son menores que 0,05 y se concluyó que los datos tienen una distribución normal en el índice de BMWP/Col. En cambio, los resultados obtenidos en el índice EPT mediante la t-Student se aplicó la prueba de Kolmogórov-Smirnov que se obtuvo valores de 0,065 y 0,081, como también en la prueba de Shapiro-Wilk los valores fueron de 0,791 y 0,639. Se demostró que los datos estadísticos en las dos pruebas son significativos. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula ya que los valores son mayores que 0,05 y los datos no tienen una distribución normal.

Tabla 5. Análisis estadístico t-Student en los índices BMWP/Col y EPT en SPSS.

Prueba de normalidad del índice BMWP						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Transecto 1	0,084	14	0,002	0,965	14	0,0296
Transecto 2	0,212	14	0,0307	0,901	14	0,0116

Prueba de normalidad del índice EPT						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Transecto 1	0,175	3	0,065	1	3	0,791
Transecto 2	0,175	3	0,081	1	3	0,639

Realizado por: Shakira Yumbo y Jennifer Ajila.

En el presente estudio realizado se efectuó dos tipos de índices referentes a la calidad de agua en donde coincidieron los índices de BMWP/Col y EPT, que indica que la quebrada Oro posee aguas pocas contaminadas con valores mayor de 60 en el índice BMWP/Col y en el ETP con valores menor de 24%, a diferencia del estudio realizado por Carrera (2001), en que el BMWP/ Col que arrojaron de resultados de muy buena (75%) de la calidad de agua y con el índice EPT de muy buena (103) entre el área de control y el área afectada, puesto que en cada ecosistema existen distintos tipos de macroinvertebrados para ser calificada según los índices de calidad de agua.

Según Pesantez (2017) demostró en cuatro tributarios (Sanka Yaku, Ñachik Yaku, Yana Oglán 1 y Yana Oglán 2) del río Oglán de la provincia de Pastaza en donde se seleccionó dos estaciones de muestreo en la época de lluvia, en ella se aplicaron dos tipos de índice de diversidad de Simpson y Shannon donde en los dos tributarios de Sanka Yaku y Ñachik Yaku muestran una diversidad y dominancia baja, mientras que en el tributario Yana Oglán 1 y 2 presentaron una diversidad y dominancia media, en cambio en la quebrada Oro se obtuvo resultados similares al estudio anterior, esto debido a que los macroinvertebrados son un componente esencial en biomasa animal, ya que procede de recursos basales a los consumidores superiores de las redes tróficas de un ecosistema.

Si embargo los macroinvertebrados son fundamentales dentro del ecosistema ya que juegan un papel importante, así como todos los organismos que podemos encontrar en un ecosistema acuático o terrestre. Estas especies pueden ser



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

Trabajo de Integración Curricular

abundantes en algunas partes y en otros no, ya que muchos de estos son sensibles o tolerantes, mientras que otros pueden adaptarse a distintos tipos de ambientes. De acuerdo con la investigación realizada por Guadalupe (2016), de la provincia de Sucumbíos se demostró que en el estero Orienco, existe una tasa de contaminación directa por actividades comerciales y cotidianas de los hogares, provocando la ausencia de estos organismos en el ecosistema, por la cual se cuantificó con el índice de ICA (índice de calidad de agua) dando como evidencias de 25-100 de perturbación muy severa a familias Gerridae, Glossiphoniidae y Polycentropodidae, mientras que la quebrada Oro posee las mismas dificultades de menor impacto, por esta razón se demostró en las familias como Ampullariidae, Triaridae, Caenidae, Hydrometridae y Corixidae, con menor abundancias en estado de calidad de agua mala, mientras que en las familias de Palaemonidae, Hydrobiidae, Gerridae, Naucoridae, Corbiculidae Polycentropodidae, Aeshnidae, Unionidae y Glossiphoniidae se encuentran en aguas buenas y pocas contaminadas, con mayor abundancia dentro del ecosistema. Por ello, estas especies dentro de los ecosistemas acuáticos pueden ser valiosos para identificar el estado del agua.

4. CONCLUSIONES

En la investigación realizada, se identificó taxonómicamente a nivel de familia, en donde se encontró 14 familias con un total de 272 ejemplares de macroinvertebrados en la calidad de agua, por ello también se pudo identificar las familias con menor abundancia en estado de agua contaminadas como las Ampullariidae, Triaridae, Caenidae, Hydrometridae y Corixidae, mientras que en las familias de Palaemonidae, Hydrobiidae, Gerridae, Naucoridae, Corbiculidae Polycentropodidae, Aeshnidae, Unionidae y Glossiphoniidae se encuentran en aguas buenas y pocas contaminadas con mayor abundancia, ubicados en los dos transectos, que sirvió para conocer la calidad de agua en la quebrada Oro.

En la toma de muestras, en los dos transectos del río Oro, fueron identificados 14 familias muestreadas por los índices EPT y BMWP, la cual fue fundamental en la investigación ya que permitió tener en cuenta y conocer los datos estadísticos referente a las especies que se encontraron y que no tienen una distribución normal,

por ello es considerado que tiene un gran valor de significancia estas especies de macroinvertebrados.

La diversidad de especies en algunos ecosistemas es poca y en otras hay abundancia. Por ello, mediante los índices Simpson y Shannon se pudo demostrar que las familias muestreadas en los dos transectos, existe una dominancia baja y una diversidad media, lo que causa que algunas especies de macroinvertebrados estén desapareciendo por las actividades que se realizan cotidianamente en la comunidad.

5. REFERENCIAS

- Alberto, C., González, Z., & Vallarino, A. (2014). *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).
- Ayora, A. G. (2020). Cofán- Dureno, una comunidad que mantiene su esencia. *ame (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas)*. Obtenido de <https://www.ame.gob.ec>
- Borman, R., Vriesendorp, C., Alverson, W., Moskovits, D., Douglas F., S., & Campo, Á. (2007). *Ecuador: Territorio cofán Dureno*. Ecuador: Rapid Biological Inventories Report 19. The Field Museum, Chicago.
- Carrera, C. y. (2001). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua*. Quito-Ecuador: EcoCiencia.
- Chang, J. (2020). Calidad de agua. *Escuela superior politecnica del Litoral*, 9.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos sistemática y biología. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- FAO. (2021). Ecosistema acuático continentales. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- García, M., Antonio, V., Benetti, C., & Blanco, L. (2016). Identificación y clasificación de los microhábitats de agua dulce. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 12-31. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/575/57544858003.pdf>
- Giacometti, V., & Bersosa V., F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 2.
- Gonzales, C. P., & Arana Maestre, J. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Guadalupe, C. N. (2016). Inventario de fuentes contaminantes en el estero Orienco y sus consecuencias ambientales mediante la aplicación de un SIG, en el cantón Lago Agrio, provincia Sucumbíos. *Universidad Nacional de Loja*, 117.



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

Trabajo de Integración Curricular

- Guareschi, S. (2015). Retos para la conservación de los macroinvertebrados acuáticos y sus hábitats en la península Ibérica. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente ecosistemas*, 24(1), 115-118. . Obtenido de Recuperado el 31 de Julio de 2018, de <https://www.revistaecosistemas>
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Biología Tropical*, pp.34.Garc
- Marcano, J. (2020). *clasificación ecológica de los organismos de agua dulce*. Obtenido de <https://jmarcano.com/ecologia/ecologia-aguas-dulces1/ecologia-aguas-dulces2/>
- Pastran, M. S. (2017). Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macro invertebrados bentónicos, como bioindicadores: estudio de caso en el río Suárez (Chiquinquirá – Boyacá). *ingenieria ambiental*, pp. 26-29.
- Patiño, G. (2015). evaluación de la calidad del agua por medio de bioindicadores. bogotá: Universidad distrital Francisco José de Caldas.
- Pérez, G. R. (2003). *Bioindicacion de la calidad de agua en Colombia.Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Pesantez, J. M. A. (2017). *Relación entre la composición y estructura de macroinvertebrados acuáticos y la cobertura vegetal ribereña de cuatro tributarios del río Oglán Pastaza Ecuador*. Universidad Central del Ecuador.
- Roldán, P. G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua:. *Ciencias naturales*, pp :254-274.
- Rosado, Á. Y. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas. *Ciencias Ambientales/Environmental Sciences*, p 27-34
- Serrano, F. O. (2016). técnicas estadísticas aplicadas en nutrición y salud. *Departamento de Nutrición y Bromatología. UGR*, 1-7.

Anexos

Bioindicador

Los macroinvertebrados son esenciales para un ecosistema acuático.

“Son especies con una rica y diversa composición de flora y fauna acuática, por lo que es importante tener en cuenta la edad de la fauna íctica, en el caso de las plantas acuáticas se clasifican en fitoplancton, microorganismos y animales bentónicos. La mayoría de los invertebrados bentónicos por especie, clase y familia” (Pastran, 2017, págs. 26- 29).

Para utilizar equipos vitales, es necesario y extremadamente importante conocer las tolerancias ambientales y los requisitos de estas especies béticas, así como las condiciones que requieren para sobrevivir en estas condiciones. Condiciones que contienen varios contaminantes.

Propiedades de organismos bioindicadores

Según Alberto, González , & Vallarino (2014), los macroinvertebrados consisten en todas aquellas especies que están asociadas a los hábitats en los que se encuentran y algunas adaptaciones que estos organismos pueden tener, y algunas propiedades de los organismos degradables son altamente dependientes de los sedimentos que pueden crear en el sustrato, provocando efectos relacionados con el transporte de las moléculas que contiene; agua, gases disueltos y diversos productos de desecho que modifican el sedimento del agua. (pág. 183).

Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son todos aquellos animales que viven en el fondo de ríos y lagos, asociados a grandes plantas acuáticas, troncos de árboles y rocas sumergidas. Sin embargo, la calidad del ecosistema acuático se refleja en la composición de la comunidad de invertebrados; por lo tanto, los procedimientos de evaluación basados en estos organismos, que se han utilizado ampliamente durante varios años, han hecho una contribución significativa al departamento general de monitoreo de la calidad del agua. (Roldán, 2016, págs. 254-274).

Según Patiño (2015) afirmó que estos macroinvertebrados se pueden ver



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Trabajo de Integración Curricular

claramente sin la ayuda de un microscopio. En la mayoría de los cursos de agua, la energía disponible para los organismos vivos se almacena en las plantas y se suministra a la vida animal en forma de hojas y algas, que son consumidas por los invertebrados. Este a su vez es una fuente de energía (alimento) para diversos animales como aves, mamíferos y peces. (págs. 18-19).

Según (Pastran, 2017) se pueden clasificar los macroinvertebrados acuáticos de la siguiente manera:

Crustácea: Se caracteriza por un exoesqueleto (concha), un cuerpo segmentado y extremidades articuladas. En estos crustáceos tienen cuerpos indivisos, algunos de ellos tienen buena movilidad en comparación con otros grupos, y por lo tanto prefieren aguas duras por su disponibilidad en CaCO_3 .

Molusca: Un cuerpo liso, cabeza, masa de órganos internos y un pie musculoso son característicos de este tipo. En este grupo se encuentran las ostras, mejillones, calamares, pulpos y moluscos marinos, por lo que abundan en mayor número con 5.000 especies de este grupo. Sin embargo, los animales de vida libre conocidos como parásitos o gusanos varían en tamaño desde aproximadamente 10 mm a 20 cm, y por lo general solo acceden los calamares gigantes. Incluso la gran mayoría de estos grupos están bien adaptados tanto a ambientes terrestres como de agua dulce.

Insecta: Estos insectos se distinguen por su formación, formada por dos antenas, seis patas y algunas especies con dos pares de alas, siendo este grupo el más extenso, es decir, la diversidad en este grupo se encuentra cerca de un millón de individuos en todos los entornos del mundo. (págs. 26-29).

Modos de vida de los macroinvertebrados

Los macroinvertebrados se han adaptado a distintas formas de ambientes, tales como vivir en el fondo, en la superficie o también nadar libremente, se puede agrupar posteriormente:

Neuston: Son organismos que se caracterizan por tener uñas, patas y un exoesqueleto que le permite permanecer recubierto por un espécimen de cera que los hace impermeables, de esta forma en lugar de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial.

Necton: Son los organismos que nadan libremente en el agua. Entre ellos se hallan las familias Corixidae y Notonectidae del orden Hemiptera, Dytiscidae, Gyrinidae e Hydrophilidae del orden Coleóptera y Baetidae del orden Ephemeropter.

Bentos: Son todos aquellos organismos que viven en el fondo, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y otros sustratos. Los principales representantes son: Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Megaloptera, Díptera, Molusco y algunos Hemíptera, entre otros (Marcano, 2020).

Ecosistemas acuáticos continentales

Es la diversidad de masa de aguas naturales (lagos, pantanos, ríos, etc.) que son formadas por el ser humano (canales de irrigación, embalses, etc.). Los ciclos de producción en el ecosistema prosiguen los cambios climáticos estacionales de temperatura y las lluvias, creando un ambiente dinámico donde se dispone de hábitats que ofrece suficientes nutrientes para el organismo acuático, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021).

Sistemas de aguas

Sistema léntico

Es el sistema en el cual se encuentran lagos y lagunas cuyas características son de aguas profundas a comparación de las aguas corrientes en cuanto al movimiento que son casi estacionarios, es decir, tienen un movimiento muy lento, solo presentan pérdida de agua por medio de la evaporación (García, Antonio, Benetti, & Blanco, 2016).

Sistema lótico

Es el sistema de aguas corrientes, se clasifican en arroyos, quebradas y ríos, los cuales son caracterizados por un flujo rápido de agua. Uno de los rasgos más importantes que presentan estos sistemas es la dimensión, es decir su longitud, que obligan a algunas especies a adaptarse a dichas condiciones, es decir, para que las corrientes no los arrastren y así puedan permanecer dentro del ecosistema (Marcano, 2020).



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Trabajo de Integración Curricular

Calidad de agua.

Según Chang (2020), son atributos que presenta el agua, tanto lótico o lenticos y que reúna los diversos criterios de aceptabilidad para diferentes usos. Incluyen algunos factores en el uso beneficioso como físicos, químicos y biológicos, siendo así se desarrolla con beneficios en la acuicultura para mejorar las condiciones ambientales, evitar problemas de parásitos y enfermedades para el cuerpo (pág. 9).

Macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua

Según Rosado (2017), se tiene en cuenta dos factores principales en el estudio de los macroinvertebrados en la sensibilidad a los contaminantes que abarca la situación y el crecimiento de estos organismos. Ciertos científicos han clasificado a cada especie de macroinvertebrado y les han asignado un número que sugiere su sensibilidad a los contaminantes, la cual permitió detectar a las especies con su respectiva calificación. Dichos números van del 1 al 10. El 1 indica el más tolerante, y así, gradualmente, hasta el 10, que señala el más sensible, como lo muestra en la tabla 6.

Tabla 6. *Número que indica su sensibilidad a los contaminantes*

Sensibilidad	Calidad de agua	Calificación
No aceptan contaminantes	Muy buena	9-10
Aceptan muy pocos contaminantes	Buena	7-8
Aceptan pocos contaminantes	Regular	5-6
Aceptan mayor cantidad de contaminantes	Mala	3-4
Aceptan muchos contaminantes	Muy mala	1-2

Fuente: Carrera,2001 (Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua., 2001).

Realizado por: Jennifer Ajila y Shakira Yumb