

Informe sobre la calidad de agua según macroinvertebrados en diferentes ríos de las comunidades de mujeres indígenas de la provincia de Sucumbíos, Ecuador

Introducción

Los ecosistemas acuáticos son sistemas ecológicos en donde varios grupos de organismos habitan e interactúan entre sí, con el medio que los rodea (Cervantes, 2007). Estos sistemas se encuentran influenciados tanto por factores bióticos y abióticos, los factores bióticos se refieren a todas las interacciones entre los diferentes organismos del ecosistema: entradas, flujos de energía y zonas de ribera, mientras que los factores abióticos se refieren a los factores físicos-químicos y biogeográficos que influyen el medio en el cual se desenvuelven los organismos acuáticos (Hanson et al., 2010).

Los ecosistemas acuáticos de agua dulce pertenecen principalmente a aguas continentales como arroyos, ríos o lagos y se clasifican de acuerdo al sustrato, la profundidad y la corriente de agua (Cervantes, 2007). De acuerdo a esta última se clasifican en ambientes loticos (ríos) y lenticos (lagos); los ambientes loticos presentan un flujo de agua constante, mientras que los ambientes lenticos son aguas que no presentan velocidad en su flujo (Sánchez, 2007). Los ambientes loticos o ríos son dinámicos y complejos, cumplen diversas funciones ecosistémicas como son la autopurificación, el control de inundaciones y sequías, el mantenimiento de hábitats para organismos como peces, aves y otros seres vivos, la regulación de flujos de sedimento y nutrientes (Hanson et al., 2010). Además, los ríos presentan múltiples conexiones con otros ecosistemas que se ven reflejados en uno de los principales procesos ecosistémicos de los ríos, que es el transporte y procesamiento de materiales en suspensión, químicos y otros nutrientes que mantienen el ciclo biogeoquímico del planeta (Roldán & Ramírez, 2008).

Por otro lado, el conocer el tipo de organismos que ocurren en un ecosistema bajo determinadas condiciones fisicoquímicas y biológicas, se puede definir el impacto que los agentes externos hayan podido causar sobre su equilibrio ecológico (Roldán, 2003). Es por esto que los macroinvertebrados acuáticos son importantes ya que constituyen la base de la cadena alimentaria, son eslabones tróficos intermediarios entre los productores primarios y consumidores, por lo que son considerados buenos indicadores biológicos, de modo que cualquier cambio en la estructura comunitaria implica y explicaría cambios en toda la comunidad acuática, dando un fuerte carácter integrador del ecosistema (Domínguez & Fernández, 2009).

Los macroinvertebrados acuáticos pertenecen a varios grupos taxonómicos que comparten dos características, la primera, es que son invertebrados y la segunda, que son fáciles de observar debido a su

tamaño superior a 0.5 mm. Los macroinvertebrados acuáticos incluyen organismos como los artrópodos (Arthropoda) (insectos, ácaros, crustáceos), moluscos (Mollusca), anélidos (Annelida), nemátodos (Nematoda) y platelmintos (Platyhelminthes) (Roldán, 2003). Estos organismos habitan en diferentes microhábitats, como rocas, arena, materia particulada, materia orgánica, plantas acuáticas, ramas, troncos caídos, entre otras. Los microhábitats también se forman en función de la corriente de agua, como es el caso del rápido, remanso y corriente, importante en la función de cada grupo en el sistema donde va vivir y se va a desarrollar (Carrera & Fierro, 2001).

Como objetivo principal del proyecto esta determinar la calidad por medio de macroinvertebrados acuáticos como indicador biótico de los diferentes ríos en las distintas comunidades de la provincia de Sucumbíos. Como objetivos específicos, enseñar a través de talleres participativos a realizar el análisis completo desde la planificación del procedimiento a seguir hasta el análisis de los índices de calidad de agua a 10 mujeres indígenas de siete comunidades de la provincia de Sucumbíos y determinar preliminarmente la calidad del agua mediante el análisis biótico con macroinvertebrados acuáticos con mujeres indígenas de las distintas comunidades de Sucumbíos, para posteriormente realizar mejoras a los monitoreos bióticos y supervisar el trabajo que ellas realizaran a futuro en sus comunidades.

Metodología

Las tomas de las muestras se llevaron a cabo desde el mes de agosto del 2022 hasta marzo del 2023 en la provincia de Sucumbíos, por mujeres indígenas del grupo llamado “Orquídeas Amazónicas” de siete comunidades de la provincia de Sucumbíos. Se dividió en tres muestreos en tres diferentes fechas, donde se tomó una muestra compuesta en un tramo de 300m en cada río muestreado, cada punto con una separación de al menos 100m (Figura 1 y Tabla 1).

Área de muestreo



Figura 1. Puntos de muestreo de macroinvertebrados en la provincia de Sucumbíos

Tabla 1 Sitios de muestreo

Río	Comunidad	Fecha (dd/mm/aa)			Coordenadas		Método	Tipo de muestreo
					O	N		
Cascales	Kichwa-Cascales	19/08/20 22	11/11/20 22	19/12/20 22	- 77,2267 3	0,0620 3	Red Surber	Cuantitativo
Rio Blanco	Kichwa	19/09/20 22	19/10/20 22	15/12/20 22	- 77,1556 3	0,0574 9	Red Surber	Cuantitativo
Guyasé	Kichwa-Jesus del gran poder	13/09/20 22	13/10/20 22	10/11/20 22	- 77,1505 5	0,0342 3	Red Surber	Cuantitativo
Shushufindi	Secoya-Seikopai Bellavista	2/02/202 3	02/02/20 23	02/03/20 23	- 76,4149 5	0,2942 7	Red Surber	Cuantitativo

Criterios Metodológicos

1. Fase de Campo

a. Red Surber

Esta técnica permite obtener datos sobre la composición de especies y abundancia relativa. Se la utiliza a contracorriente, removiendo el sustrato durante un minuto (Roldan, 1996; Carrera y Fierro, 2002). La

muestra compuesta se las coloca en envases sellados y tubos eppendorf debidamente etiquetada (fecha y hora de muestreo, código del punto de muestreo, coordenadas) con alcohol al 70%. El muestreo se realiza a las 08:00 y 10:00 horas (Roldan, 1996).

Tabla 2. Esfuerzos de muestreo

METODOLOGÍA	TIPO DE REGISTRO	HORAS DÍA	x	HORAS TOTAL
Red Surber	Cuantitativo con Red Surber	1		1

2. Análisis de datos

a. Riqueza

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

b. Abundancia

Los índices basados en la dominancia o abundancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

c. Curva de Dominancia de Especies

$$P_i = \frac{i}{N}$$

d. Índices de Diversidad

- Índice de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

- Índice de Simpson (D)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

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

donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- Índice de Diversidad de Simpson

Como el índice de Simpson (λ) refleja el grado de dominancia en una comunidad, la diversidad de la misma puede calcularse como $D = 1 - \lambda$.

- e. Aspectos Ecológicos

- Nicho trófico

Oficio de una especie dentro de su población o la función de esta, dentro de la comunidad no hace referencia al espacio físico que ocupa el organismo, sino a su función. Para conocer el Nicho trófico se ha trabajado con la Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos (Roldán, 1996).

- Hábito y distribución vertical

Es la práctica adquirida por la repetición constante de la misma actividad (hábitos alimenticios). La referencia en donde se trabajará es la Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos (Roldán, 1996).

- f. Estado de conservación de las especies

- Especies Sensibles

Son aquellas especies cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.

- Especies Indicadoras

Una especie indicadora es aquella que, gracias a sus características de distribución, abundancia o dinámica poblacional, al ser evaluada puede representar el estado de conservación en el que se encuentran otras especies u otros parámetros ambientales (Fleishman, 2001).

- g. Calidad del Agua

- Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), es la suma de todas las especies o taxones registrados de los tres órdenes (Plafkin et al.

1989). Valores mayores a 10, sugieren que el área no ha sido impactada o no posee disturbios ambientales; valores entre seis a 10, indican que el área está ligeramente impactada; valores entre dos a cinco sugieren un estado moderadamente impactado; y valores entre cero a uno indican que existe un impacto severo (Bode, 1988). La siguiente tabla muestra los rangos de porcentajes y las características para aguas naturales clasificadas según el EPT (Carrera y Fierro, 2001).

Tabla 3 Índice EPT y puntaje de calidad de agua según Carrera y Fierro, (2001)

Calidad de agua	
75-100%	Muy buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

- Índice BMWP

El índice BMWP, se basa en la asignación a las familias de macroinvertebrados acuáticos de valores de tolerancia a la contaminación comprendidos entre 1 (familias muy tolerantes) y 10 (familias intolerantes). La suma de los valores obtenidos para cada familia detectada en un punto nos dará el grado de contaminación del punto estudiado, en el presenta 5 categorías: Muy Buena, Aceptable, Dudosa, Crítica y Muy Crítica. Este último fue el utilizado para el presente estudio. La siguiente tabla muestra la clase, rangos, valores y características para aguas naturales clasificadas según el BMWP (Zamora, 2007).

Tabla 4 Tabla de puntuación Calidad de agua (BMWP/Col) según Zamora, (2007)

Clase	Rango	Calidad	Característica	Color Cartográfico
I	≥ 121	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
II	101-120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminantes	Verde
IV	36-60	Dudosa	Aguas Contaminadas	Amarillo
V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	≤ 15	Muy crítica	Aguas Fuertemente contaminadas	Rojo

h. Uso del Recurso

Indica el tipo de nicho que el individuo utiliza o prefiere de todos los recursos posibles.

i. Áreas Sensibles

La sensibilidad ambiental se define como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones drásticas que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función.

3. Resultados

• Río Shushufindi

Inventario General

a. Riqueza y Abundancia Absoluta

Existe una mayor abundancia por la familia Libellulidae y Batidae, encontrándose cada una en los diferentes meses de muestreo (Figura 2) (Tabla 5).

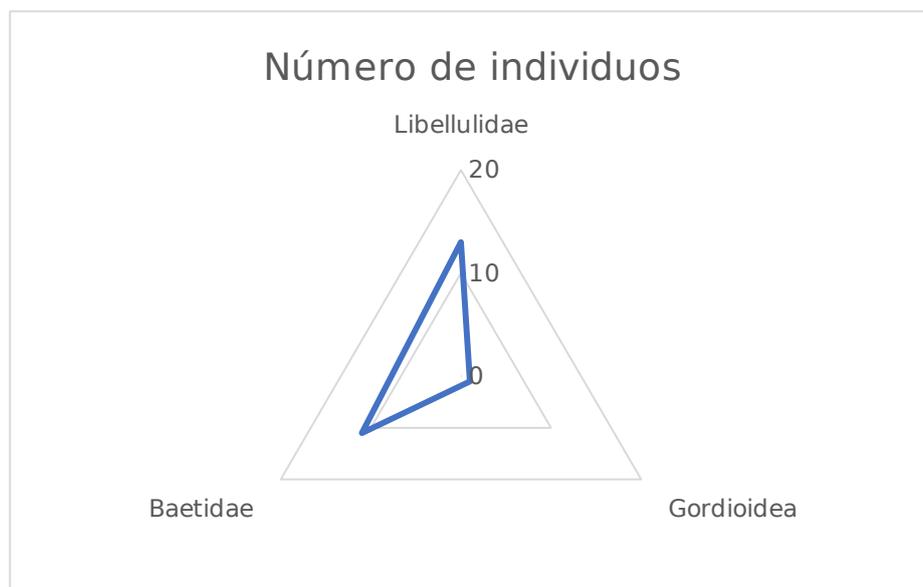


Figura 2. Riqueza y abundancia absoluta de macroinvertebrados

Tabla 5 Riqueza y abundancia

Familia	# de Individuos
Libellulidae	13

Gordioidea	1
Baetidae	11

b. Abundancia relativa

Existe una abundancia relativa por la familia Libellulidae. Esta familia que se encontró, es especialistas, por lo cual representan el 52% de la abundancia de las familias encontradas (Tabla 6).

Tabla 6 Abundancia Relativa de macroinvertebrados

Nombre científico o familia	# de Individuos
Libellulidae	0,52
Gordioidea	0,04
Baetidae	0,44

c. Curva de dominancia de especies

Hubo una tendencia en la dominancia de Libellulidae en este río. Lo cual demuestra que es una familia característica de aguas mesotróficas (Figura 3).

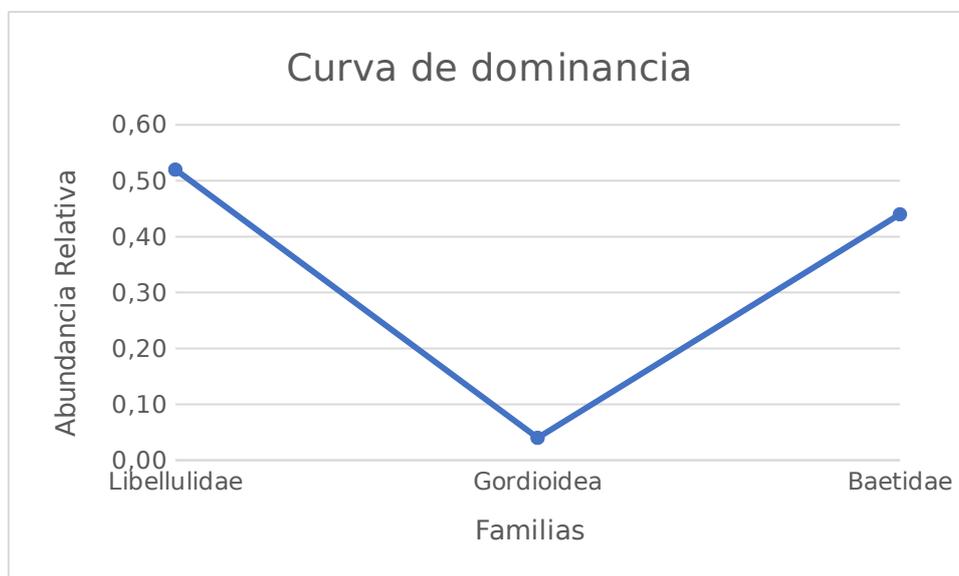


Figura 3 Curva de dominancia de macroinvertebrados

d. Índices de diversidad

- Índice de Shannon- Wiener

El índice de Shannon - Wiener para las dos primeras fechas dio 0.66, siendo el más alto de las fechas en que se muestreo. Por lo contrario, para la tercera fecha se obtuvo un valor de 0. El valor para todo el río fue de 0.83, que es un valor con baja diversidad según los parámetros de este índice.

- Índice de Simpson

El índice de Simpson las dos primeras fechas fue de 0.53, siendo el más alto de las fechas en que se muestreo. Por otro lado, la tercera fecha tuvo una dominancia total, con un valor de 1. Lo que demuestra que el sitio tiene dominancia por lo tanto tiende a tener menor diversidad. El valor para todo el río fue de 0.46, que es un valor moderado según los parámetros de este índice.

- Índice de Diversidad de Simpson

El índice de diversidad de Simpson dio como resultado que las dos primeras fechas tuvieron el valor más alto con 0.46. Por lo contrario, para la tercera fecha se obtuvo un valor de 0. El valor total para la zona fue de 0.53, que es un valor bajo según los parámetros de este índice.

e. Calidad de agua

- Índice BMWP

De acuerdo a este índice, la calidad del agua es de aguas contaminadas como resultado que el río contiene aguas contaminadas con un valor de 23 en el BMWP (Tabla 10).

Tabla 10 Índice BMWP

Familia	BMWP
Libellulidae	6
Gordioidea	9
Baetidae	8
	23

- Índice EPT

De acuerdo al puntaje del índice de calidad de agua EPT, arrojo como resultado que el agua del río se encuentra regular ya que no encontramos más organismos de los órdenes que utiliza como base este índice para la caracterización de la calidad de la misma (Tabla 11).

Tabla 11 Índice EPT

Orden	Familia	Abundancia	EPT presentes
--------------	----------------	-------------------	----------------------

Odonata	Libellulidae	13	
Nematoda	Gordioidea	1	
Ephemeroptera	Baetidae	11	11
	Total	25	11
			0,44
		EPT	44

- **Río Cascales**

Inventario General

f. Riqueza y Abundancia Absoluta

Existe la mayor abundancia por la familia Corydalidae, encontrándose solo esta familia en las fechas de muestreo en este río (Tabla 12).

Tabla 12 Riqueza y abundancia

Familia	# de Individuos
Corydalidae	1

g. Abundancia relativa

Existe una abundancia relativa por la familia Corydalidae. Esta familia que se encontró, es especialistas, por lo cual representan el 100% de la abundancia de las familias encontradas (Tabla 13).

Tabla 13 Abundancia Relativa de macroinvertebrados

Nombre científico o familia	# de Individuos
Corydalidae	1

h. Curva de dominancia de especies

Hubo una dominancia total de Corydalidae en este río. A pesar de caracterizarse por habitar cuerpos de agua saludables se encontró en muy poca cantidad, lo cual demuestra que el estado del río no se encuentra bien que digamos.

i. Índices de diversidad

- Índice de Shannon- Wiener

El índice de Shannon - Wiener para las tres fechas se obtuvo un valor de 0. Lo que indica que no existe diversidad según los parámetros de este índice.

- Índice de Simpson

El índice de Simpson para las tres fechas se obtuvo un valor de 1. Lo que demuestra que el sitio no tiene dominancia total por la presencia solo de esa familia. De igual manera para todas las fechas muestreadas.

- Índice de Diversidad de Simpson

El índice de diversidad de Simpson dio como resultado que para las tres fechas se obtuvo un valor de 0. Lo que indica que no existe diversidad según los parámetros de este índice.

j. Calidad de agua

- Índice BMWP

De acuerdo a este índice, la calidad del agua es de aguas fuertemente contaminadas como resultado, con un valor de 6 en el BMWP (Tabla 15).

Tabla 15 Índice BMWP

Familia	BMWP
Corydalidae	6
	6

- Índice EPT

De acuerdo al puntaje del índice de calidad de agua EPT, arrojo como resultado que el agua del río se encuentra muy mala ya que no encontramos organismos de los órdenes que utiliza como base este índice para la caracterización de la calidad de la misma (Tabla 11).

- **Río Blanco**

Inventario General

k. Riqueza y Abundancia Absoluta

No existe una mayor abundancia porque las familias Chironomidae, Hydropsychidae, Notodectidae y Leptohiphidae son las mismas (Figura 4) (Tabla 16).

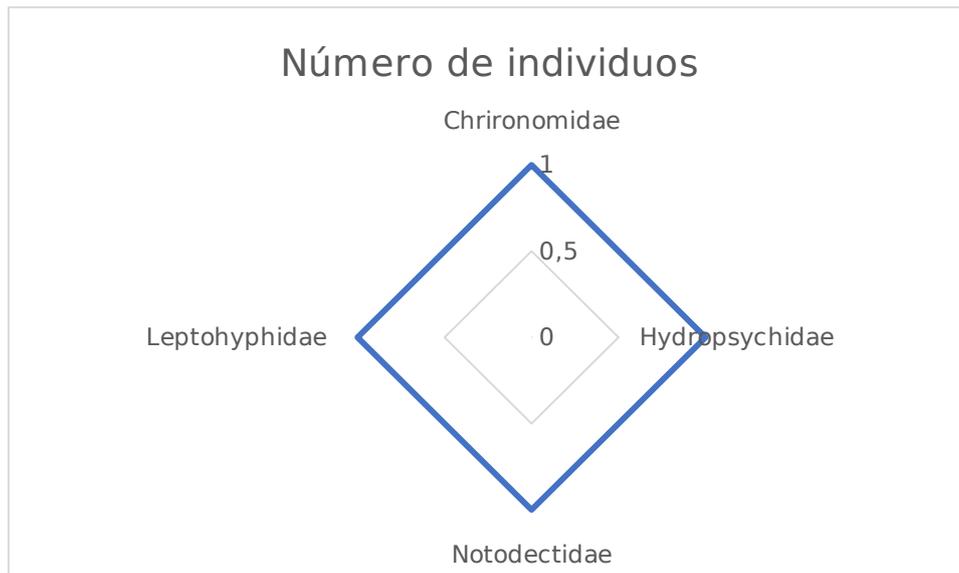


Figura 4. Riqueza y abundancia absoluta de macroinvertebrados

Tabla 16 Riqueza y abundancia

Familia	# de Individuos
Chironomidae	1
Hydropsychidae	1
Notodectidae	1
Leptohiphidae	1

I. Abundancia relativa

Existe una abundancia relativa igual para todas las familias, por lo cual representan el 25% de la abundancia cada familia encontrada (Tabla 17).

Tabla 17 Abundancia Relativa de macroinvertebrados

Nombre científico o familia	# de Individuos
Chironomidae	0,25
Hydropsychidae	0,25
Notodectidae	0,25
Leptohiphidae	0,25

--	--

m. Curva de dominancia de especies

Hubo una tendencia a la estabilidad en la dominancia por todas las familias en este río (Figura 5).

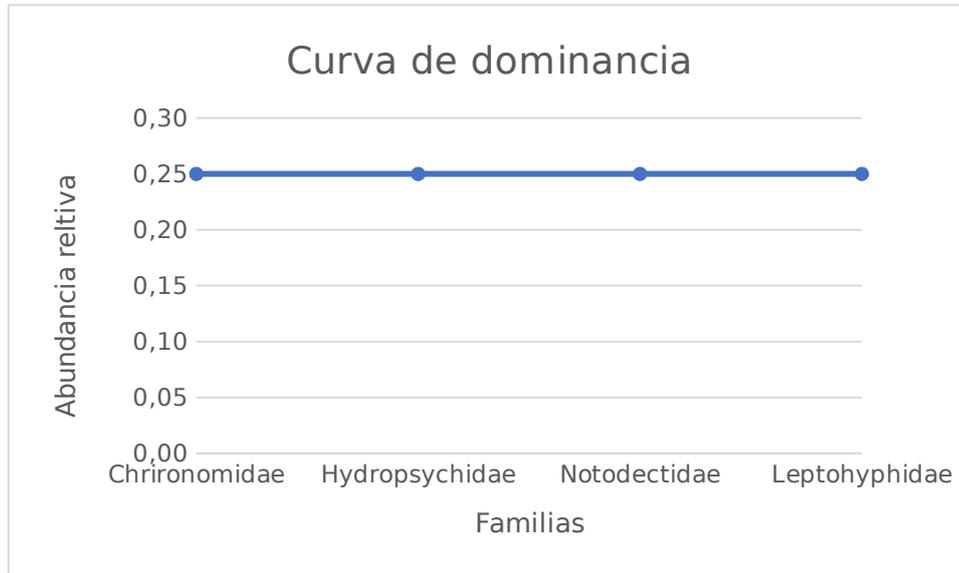


Figura 5 Curva de dominancia de macroinvertebrados

n. Índices de diversidad

- Índice de Shannon- Wiener

El índice de Shannon - Wiener para las dos primeras fechas dio 0.69, siendo el más alto de las fechas en que se muestreo. Por lo contrario, para la tercera fecha se obtuvo un valor de 0. El valor para todo el río fue de 1.38, que es un valor con baja diversidad según los parámetros de este índice.

- Índice de Simpson

El índice de Simpson las dos primeras fechas fue de 0.5, siendo las más altas de las fechas en que se muestreo. Por otro lado, la tercera fecha no se tuvo presencia de organismos. Lo que demuestra que el sitio tiene dominancia media por lo tanto tiende a tener menor diversidad. El valor para todo el río fue de 0.25, que es un valor bajo según los parámetros de este índice.

- Índice de Diversidad de Simpson

El índice de diversidad de Simpson dio como resultado que las dos primeras fechas tuvieron el valor más alto con 0.5 entre las fechas, pero refleja una diversidad baja. Por lo contrario, para la tercera fecha se obtuvo un valor de 0. El valor total para la zona fue de 0.75, que es un valor medio alto según los parámetros de este índice.

o. Calidad de agua

□ Índice BMWP

De acuerdo a este índice, la calidad del agua es de aguas muy contaminadas como resultado, con un valor de 24 en el BMWP (Tabla 19).

Tabla 19 Índice BMWP

Familia	BMWP
Chrironomidae	2
Hydropsychidae	8
Notodectidae	7
Leptohyphidae	7
	24

• Índice EPT

De acuerdo al puntaje del índice de calidad de agua EPT, arrojo como resultado que el agua del río se encuentra buena ya que encontramos más organismos de los órdenes que utiliza como base este índice para la caracterización de la calidad de la misma (Tabla 20).

Tabla 20 Índice EPT

Orden	Familia	Abundancia	EPT presentes
Diptera	Chrironomidae	1	
Hemiptera	Notodectidae	1	
Trichoptera	Hydropsychidae	1	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	1	1
	Total	4	2
			0,50
	EPT		50

- **Río Guyasé**

Inventario General

p. Riqueza y Abundancia Absoluta

Existe una mayor abundancia por la familia Chironomidae y Coenagrionidae, encontrándose cada una en los diferentes meses de muestreo (Figura 5) (Tabla 21).

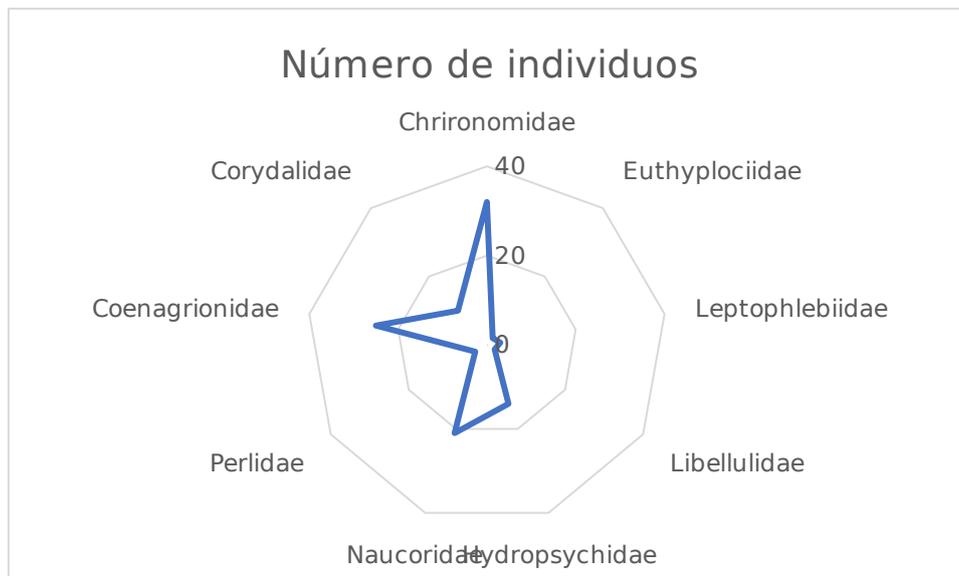


Figura 5. Riqueza y abundancia absoluta de macroinvertebrados

Tabla 21 Riqueza y abundancia

Familia	# de Individuos
Chironomidae	32
Euthyplociidae	2
Leptophlebiidae	3
Libellulidae	2
Hydropsychidae	14
Naucoridae	21
Perlidae	3
Coenagrionidae	25
Corydalidae	10

q. Abundancia relativa

Existe una abundancia relativa repartida entre las familias Chrironomidae y Coenagrionidae, por lo cual representan el 32% y el 22 % de la abundancia de las familias encontradas (Tabla 22).

Tabla 22 Abundancia Relativa de macroinvertebrados

Nombre científico o familia	# de Individuos
Chrironomidae	0,29
Euthyplociidae	0,02
Leptophlebiidae	0,03
Libellulidae	0,02
Hydropsychidae	0,13
Naucoridae	0,19
Perlidae	0,03
Coenagrionidae	0,22
Corydalidae	0,09

r. Curva de dominancia de especies

Hubo una tendencia en la dominancia de Chrironomidae en este río. Lo cual demuestra que es una familia característica de aguas mesotróficas a eutróficas (Figura 6).

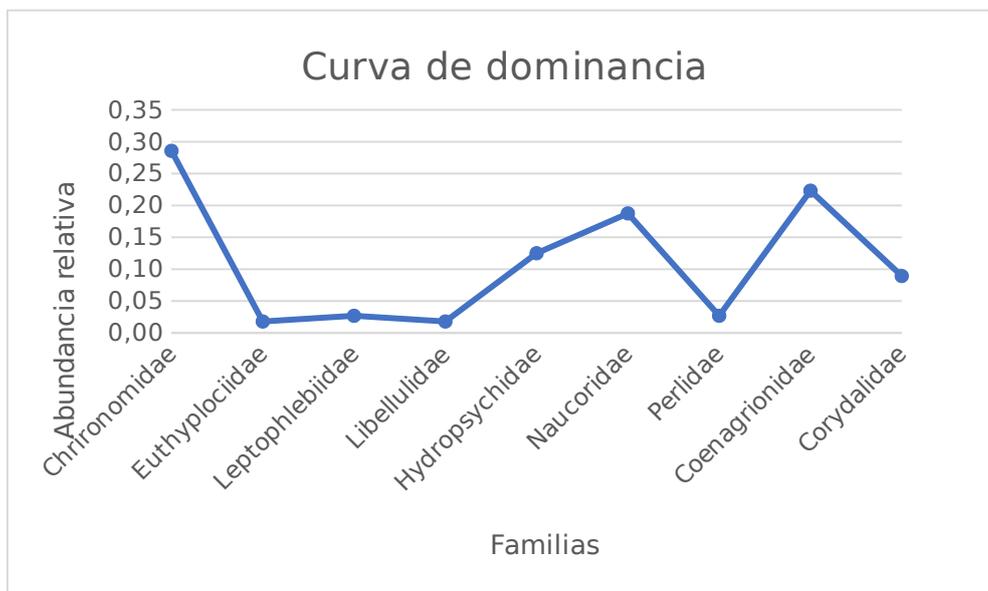


Figura 6 Curva de dominancia de macroinvertebrados

s. Índices de diversidad

- Índice de Shannon- Wiener

El índice de Shannon - Wiener para la segunda fecha dio 1.89, siendo el más alto de las fechas en que se muestreo. Por lo contrario, para la tercera fecha se obtuvo un valor de 1.58. El valor para todo el río fue de 1.82, que es un valor con diversidad media baja según los parámetros de este índice.

- Índice de Simpson

El índice de Simpson la tercera fecha fue de 0.23, siendo el más alto de las fechas en que se muestreo. Por otro lado, la que reflejo una menor dominancia fue la primera fecha con un valor de 0.18. Lo que demuestra que el sitio no tiene dominancia por lo tanto tiende a tener menor diversidad. El valor para todo el río fue de 0.19, que es un valor bajo según los parámetros de este índice.

- Índice de Diversidad de Simpson

El índice de diversidad de Simpson dio como resultado que la primera fecha tuvo el valor más alto con 0.82. Por lo contrario, para la tercera fecha se obtuvo un valor de 0.76. El valor total para la zona fue de 0.81, que es un valor alto según los parámetros de este índice.

t. Calidad de agua

- Índice BMWP

De acuerdo a este índice, la calidad del agua es de dudosa procedencia como resultado que el río, con un valor de 58 en el BMWP (Tabla 23).

Tabla 23 Índice BMWP

Familia	BMWP
Chironomidae	2
Euthyplociidae	10
Leptophlebiidae	9
Libellulidae	6
Hydropsychidae	8
Naucoridae	7
Perlidae	10
Coenagrionidae	0
Corydalidae	6

	58

- Índice EPT

De acuerdo al puntaje del índice de calidad de agua EPT, arrojo como resultado que el agua del río se encuentra mala ya que no encontramos más organismos de los órdenes que utiliza como base este índice para la caracterización de la calidad de la misma (Tabla 24).

Tabla 24 Índice EPT

Orden	Familia	Abundancia	EPT presentes
Diptera	Chironomidae	32	
Ephemeroptera	Euthyplociidae	2	2
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	3
Odonata	Libellulidae	2	
Trichoptera	Hydropsychidae	14	14
Hemiptera	Naucoridae	21	
Plecoptera	Perlidae	3	3
Odonata	Coenagrionidae	25	
Megaloptera	Corydalidae	10	
Odonata	Libellulidae	32	
	Total	112	22
			0.19
		EPT	19.64

Aspectos Ecológicos

a. Nicho Trófico

1. Baetidae

Es un género perteneciente a cuerpos de buena calidad y tolera muy pocas alteraciones en el ecosistema. Su dieta está basada en pequeñas algas clorofíceas (Flores y de la Rosa, 2010).

2. Libellulidae

Es un género de preferencia a cuerpos de agua de buena calidad, pero tolera de cierta manera ecosistemas alterados. Y se encuentra biogeográficamente distribuido (González et al., 2020).

3. Corydalidae

Se encuentran en aguas de buena calidad, en rocas y troncos.

4. Hydropsyidae

Es una familia que es poco tolerante a ambientes alterados y es cosmopolita. Su dieta está basada en diatomeas, algas y partículas de detritus de muy variado tamaño, así como de pequeños invertebrados acuáticos (Springer, 2010).

5. Chironomidae

Es una familia característica de ecosistemas alterados y es cosmopolita. Su dieta es principalmente detritívora principalmente materia orgánica particulada fina (MOPF), algas, fragmentos de macrófitas, macroinvertebrados y tejido animal, por tanto, pueden ser también carnívoros (Oviedo-Machado y Reinoso-Flórez, 2018).

b. Hábito y Distribución Vertical

1. Baetidae

Este efmero se lo encuentra en aguas continentales y salobres, en los pequeños canales de riego, sistemas lóticos como arroyos y ríos y lentíticos como lagos, donde exista la presencia de *Potamogeton pectinatus*, algas clorofíceas o el musgo de agua (Flores y de la Rosa, 2010).

2. Hydropsyidae

Es una familia de hábitos diurnos. Estas larvas hilan una red de captura de seda en sus refugios. Unas pocas construyen sus refugios y redes arriba del nivel del agua, sobre la superficie del agua y sobre las

pedras, en la zona de corriente rápida. Otras construyen cavidades en rocas suaves y algunas confeccionan un refugio muy irregular y hacen su red entre las raíces sumergidas de las plantas como es el caso de este ecosistema (Springer, 2010).

3. Chironomidae

Es una familia de hábitos diurnos y se encuentran en huecos de troncos, bromelias, material vegetal, entre otros (Oviedo-Machado y Reinoso-Flórez, 2018).

c. Estado de conservación

- Estado de amenaza IUCN

La familia Libellulidae, por ejemplo el género *Elasmothermis* se encontró en categoría de Preocupación menor (LC) y los demás géneros y familias no se encontraron en ninguna categoría de acuerdo a la IUCN (2021).

d. Especies Indicadoras

6. En el presente estudio se encontraron especies pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera y Tricoptera considerados indicadores de impactos ambientales. Pero existe también una importante abundancia de dípteros como los de la familia Chironomidae que se encuentran en hábitats de mala calidad del agua. La presencia de larvas de la familia Corydalidae, indican agua de buena calidad.

e. Especies Sensibles

Existen especies sensibles en este estudio, como son los órdenes Ephemeroptera, Tricoptera y Acari, por lo que el ecosistema está en un proceso de eutrofización.

f. Uso del recurso

Las especies usan los recursos que el ecosistema les provee, como es el caso de la vegetación ribereña que el embalse posee. Así como de los factores físico-químicos como los nutrientes, la intensidad de la luz solar, el espejo de agua, el viento, entre otros.

g. Áreas sensibles

En general los cuerpos de agua son áreas altamente sensibles a cambios ambientales. De las 4 áreas estudiadas, se considera todas como áreas sensibles debido al tipo de especies que se encuentran en ellas, además de que pertenecen a un grupo considerado como bioindicador de perturbación ambiental.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados de los muestreos desde el mes de agosto de 2022 al 2023, en los diferentes ríos se encontró una diversidad baja, a pesar de que existe abundancia en ciertos ríos muestreados no quiere decir que la diversidad y la salud del sistema está en buen estado. Por lo que existe varias denuncias de que en estas zonas se desarrollan actividades de minería ilegal y derrame de petróleo, coincidiendo con los índices de calidad del agua BMWP y EPT que dieron como resultado una mala calidad y característico de aguas contaminadas, lo que es preocupante ya que las comunidades usan la mayor parte esas agua para uso doméstico y para sus cultivos, lo que afecta directamente la salud de las personas alrededor de estos causes y afluentes y la gravedad las consecuencias ambientales que estas actividades generan. Por otro lado, como muestreo preliminar obtuvimos resultados aproximados para darnos una idea de cómo están estos ríos, pero hay que considerar también que los muestreos fueron seguidos y se debe plantear analizar la estacionalidad y tener una referencia de un antes y después de donde están funcionando estas actividades extractivas.

Se encontraron especies indicadores y sensibles como ya se mencionó existen ordenes más sensibles a la contaminación y estos son: Ephemeroptera y Tricoptera. También se encontró en general los cuerpos de agua como el embalse son áreas sensibles, por tanto, todos los puntos de muestreo lo son.

En conclusión, los ríos muestreados no poseen y no está cumpliendo las condiciones para que tenga una buena calidad, por lo que la falta de control de la vegetación ribereña hace que no exista un buen equilibrio del ecosistema y principalmente las actividades de extracción que se dan en estas zonas, siendo negativo para el sistema. Lo que se confirma con los resultados obtenidos en este muestreo.

Por tanto, es importante la preservación de los cuerpos de agua y las áreas circundantes permanentemente, adicional al cumplimiento de los derechos de la naturaleza y civiles que se están cometiendo actualmente.

Por otro lado, y para finalizar, se sugiere que se realice muestreos con un mejor planteamiento del diseño ya que este muestreo fue preliminar para ver el estado de los ríos de esta provincia, mantener una supervisión en la toma y análisis de las muestras de macroinvertebrados y complementar con otros factores físico-químicos importantes para el desarrollo de estos organismos indicadores. Exigir a las autoridades competentes que se realicen tratamientos de agua y la clausura de estas actividades ya que estos ríos requerirán de un buen tiempo de tratamiento y recuperación.

Bibliografía

Baev, P. y Penev, L. (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia, Moscow. 57 pp.

Brewer, E. (1964). The phenology of *Diaptomus stagnalis* (Copepods: Calanoida). The development and the hatching of the egg stage. *Physiol. Zool.* 37 (1): 1-20.

Bode, H. (1988). *Pediatric Applications of Transcranial Doppler Sonography*. Springer, Trade Paperback. New York, Estados Unidos. ISBN 10: 3211820736.

Boyaci, Y y Özkan, M. (2010). Two new species of genus *Arrenurus* Duges, 1833 (Arrenuridae, Hydrachnellae, Acari) from Turkey. *Journal of Natural History.* 38: 2447-2453.

Carrera, C. y Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. 1ra edición. Editorial Eco Ciencia. Quito, Ecuador.

Cervantes, M. (2007). *Conceptos Fundamentales Sobre Ecosistemas Acuáticos y su Estado en México*. En: Sánchez, O., Mónica. H., Peters. E., Márquez, R., Zambrano, L. 2007 *Perspectivas Sobre Conservación de Ecosistemas Acuáticos en Mexico*. Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. 12(001).

Chao, A. (1984). Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population. *Scand J Statist.* 11: 265-270.

Colla, M. (2016). *Estudio de poblaciones de Hyalella Smith 1874, (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae), en ambientes acuáticos de la Reserva de Usos Múltiples Isla Martín García, provincia de Buenos Aires*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 110pp.

Chao, A y Lee, S. (1992). Estimating the Number of Classes Via Sample Coverage. *Journal of the American Statistical Association.* 87 (417): 210-217.

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

Fleishman, E., Murphy, D., y Blair, R. (2001). Selecting effective umbrella species. *Conservation in Practice* 2: 17-23.

Flores, R. y De la Rosa, C. (2010). Ephemeroptera. *Rev. Biol. Trop.* 58 (4): 63-93.

González, I., Núñez-Avellaneda, M. y Zúñiga, M. (2020). Los macroinvertebrados acuáticos de la región andino-amazónica colombiana: Camino Andakí, departamento de Caquetá. *Revista Colombia Amazónica*. 12: 191-202.

Hanson, P., Springer, M., Alonso, R. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*. Rev. Biol. Trop Vol. 58 suppl. 4 San José Dec.

IUCN. (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <<https://www.iucnredlist.org>>

Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Melo, R., y Hebert, P. (1994). A taxonomic reevaluation of North American Bosminidae. *Canadian Journal of Zoology*. 72:1808-1825.

Meyers, D.(1984). Desarrollo del huevo de un cladoceran Chydorid, *Chydorus sphaericus* expuesto a temperaturas constantes y alternativas significativas a la productividad secundaria en agua dulce. *Ecología*. 65: 309-320.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, 1: 84.

Ortega, A. y Reyes, F. (2020). Mosquitos (Diptera: Culicidae). La biodiversidad en Zacatecas. *Estudio de Estado*. Conabio, México.194-198.

Oviedo-Machado, N. y Reinoso-Flórez, G. (2018). Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opia (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*. 44 (1): 101-109.

Plafkin, J., Barbour, M, Porter, K, Gross, S y Hughes, R. (1989). Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C. EPA 440-4-89-001.

Peet, R. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 5: 285-307.

Roldán, G., Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. 2ed. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia

Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.

Roldán, G. (1996). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad de agua. *Rev. Acad. Colombia. Ciencia. Ecología*. 88: 375-386.

Rosso de Ferradás, B y Mattoni, C. (1999). Ácaros reófilos (Acari: Hydrachnidia) de las sierras de Córdoba (Argentina). III. Rev. Soco Entomol. Argent. 58 (3-4): 109-127.

Sánchez, O. (2007). Ecosistemas Acuáticos: Diversidad, Procesos, Problemática y conservación. En: Sanchez, O., Mónica. H., Peters. E., Márquez, R., Zambrano, L. 2007 Perspectivas Sobre Conservación de Ecosistemas Acuáticos en Mexico.

Smith, E. y Van Belle, G. (1984). Nonparametric estimation of species richness. Biometrics, 40: 119-129.

Springer, M. (2010). Trichoptera. Rev. Biol. Trop. 58 (4): 151-198.

Villalobos, M. y González, E. (2006). Estudios sobre la biología y ecología de Ceriodaphnia cornuta sars: una revisión. INCI. 31(5): 22pp.

Zamora, H. (2007). El índice BMWP y la evaluación biológica de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas ACCB. 7-9.

Zorro-Ceron, J. (2007). Anuros de piedemonte llanero: Diversidad y Preferencias de Microhábitat. Trabajo de Pregrado Biólogo. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

86pp.

Anexos



Figura 7. Comunidad Seiko-Pai San Pablo, muestreando en río Aguarico



Figura 8. Comunidad Seiko-Pai San Pablo, clasificación macroinvertebrados



Figura 9. Comunidad Allishunko, muestreando en río Blanco



Figura 10. Comunidad Allishunko, clasificación macroinvertebrados



Figura 11. Comunidad Cascales, muestreando en río Cascales



Figura 12. Comunidad Cascales, clasificación macroinvertebrados



Figura 13. Comunidad Seiko-Pai Bellavista, muestreando en río Shushufindi

Informe elaborado por: Diana Castillo
CC 1721493326
Telf 0995808629