

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**



**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA:**

**MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO  
BIOINDICADORES DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO BLANCO,  
PARROQUIA SEVILLA, SUCUMBÍOS - ECUADOR.**

**AUTOR(ES):**

Keyla Melissa Labanda Illescas

Jefferson Daniel Masache Minda

**DOCENTE - TUTOR:**

Msc. Ricardo Ernesto Burgos Morán

Lago Agrio - Sucumbíos - Ecuador

2022

**FORMATO 4**  
**APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**  
**(Uno por cada evaluador)**

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
<b>1. TÍTULO</b>		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	<b>Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del estado ecológico del río Blanco, parroquia Sevilla, Sucumbíos-Ecuador.</b>  Cumple con los componentes de esta sección
<b>2. RESUMEN</b>		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple
<b>3. INTRODUCCION</b>		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18/20	Existen aún errores de redacción ya observados anteriormente.
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Contiene los principales conceptos para el estudio
<b>5. METODOLOGIA</b>		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Las plataformas de búsqueda se limitaron a Scopus, aunque es prestigiosa, existen otras para poder contrastar y diversificar estudios

<b>6. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23/25	Existen aún algunos detalles de puntuación y redacción.  Las citas no están en concordancia con las Normas APA, tienen Vancouver, por ejemplo: página 11, menciona Encalada y col. (2019).
<b>7. CONCLUSIONES</b>		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	18/10	Cumple. Sin embargo, siguen existiendo falencias de puntuación y redacción
<b>8. REFERENCIAS</b>		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	3/5	Las citas no están en concordancia con las Normas APA, tienen Vancouver, por ejemplo: página 11, menciona Encalada y col. (2019).
<b>VALORACIÓN TOTAL</b>	92/100	

### DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

<b>Recomendación</b>	<b>Marque con X</b>
Aprobar	X
No Aprobar	
<b>CALIFICACIÓN</b>	92/100

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**CECILIA  
ELIZABETH  
RODRIGUEZ HARO**

**Cecilia Rodríguez Haro**  
**PAR CIEGO**

Dado en la ciudad de Puyo, a los 25 días del mes de febrero de 2022

**FORMATO 4**  
**APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**  
**(Uno por cada evaluador)**

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
<b>1. TÍTULO</b>		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Correcto
<b>2. RESUMEN</b>		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Correcto
<b>3. INTRODUCCION</b>		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Correcta
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Correcto
<b>5. METODOLOGIA</b>		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Correcta

<b>6. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	22/25	Los resultados están organizados y concisos. Sin embargo, faltaron más estudios para discutir los resultados.
<b>7. CONCLUSIONES</b>		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cambiar la redacción de la primera conclusión. Por ej: De acuerdo a los análisis físico-químicos del agua, se demostró que el fosfato (PO <sub>4</sub> ) tiene valores que se encuentran por encima del límite correspondiente concordantes con los índices de calidad ambiental que demostraron que la estación Luz y Vida...
<b>8. REFERENCIAS</b>		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Correctas
<b>VALORACIÓN TOTAL</b>	97	

### DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
<b>CALIFICACIÓN</b>	97

Atentamente,

CAROLINA  
BANOL PEREZ

Firmado digitalmente  
por CAROLINA BANOL  
PEREZ  
Fecha: 2022.02.23  
15:05:05 -05'00'

**Dra. Carolina Bañol Pérez Ph.D**  
Docente revisor

Dado en la ciudad de Puyo, a los 23 días del mes de febrero de 2022.



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**

Puyo, 4 de marzo de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a la estudiante: Keyla Melissa Labanda Illescas, con C.I. 1722189147, con el Tema: “Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del estado ecológico del río Blanco, parroquia Sevilla, Sucumbíos - Ecuador”, de la carrera de Biología. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, Ricardo Ernesto Burgos Morán, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 4 de febrero de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**RICARDO ERNESTO**  
**BURGOS MORAN**

---

Msc. Ricardo Burgos-Morán  
Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular



## Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	Macroinvertebrados acuáticos como bioindicador del estado ecológico del río Blanco parroquia Sevilla Sucumbí os-Ecuador.docx (D127049331)
<b>Submitted</b>	2022-02-04T14:03:00.0000000
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	lblg2017064@uea.edu.ec
<b>Similarity</b>	2%
<b>Analysis address</b>	rburgos.uea@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>Tesis Ronny.docx</b> Document Tesis Ronny.docx (D14221266)	 3
<b>SA</b>	<b>INFORME FINAL TESIS NEYSER IDROGO.docx</b> Document INFORME FINAL TESIS NEYSER IDROGO.docx (D112250731)	 2

---



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**

Puyo, 4 de marzo de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiantes: Jefferson Daniel Masache Minda, con CI 2101116594 con el Tema: “Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del estado ecológico del río Blanco, parroquia Sevilla, Sucumbíos - Ecuador”, de la carrera de Biología. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, Ricardo Ernesto Burgos Morán, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 4 de febrero de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**RICARDO ERNESTO**  
**BURGOS MORAN**

---

Msc. Ricardo Burgos-Morán  
Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular





## Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	Macroinvertebrados acuáticos como bioindicador del estado ecológico del río Blanco parroquia Sevilla Sucumbí os-Ecuador.docx (D127049331)
<b>Submitted</b>	2022-02-04T14:03:00.0000000
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	lblg2017064@uea.edu.ec
<b>Similarity</b>	2%
<b>Analysis address</b>	rburgos.uea@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>Tesis Ronny.docx</b> Document Tesis Ronny.docx (D14221266)	 3
<b>SA</b>	<b>INFORME FINAL TESIS NEYSER IDROGO.docx</b> Document INFORME FINAL TESIS NEYSER IDROGO.docx (D112250731)	 2

---



**Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del estado ecológico del río Blanco, parroquia Sevilla, Sucumbíos - Ecuador.**

Keyla M. Labanda Illescas<sup>1</sup>  
lblg2017056@uea.edu.ec

Jefferson D. Masache Minda<sup>1</sup>  
lblg2017064@uea.edu.ec

Ricardo E. Burgos Morán, MS.c<sup>2</sup>  
rburgos@uea.edu.ec

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

***Resumen***

El presente estudio se realizó en la provincia de Sucumbíos, cantón Cascales, para evaluar si existe contaminación en el río Blanco utilizando macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. El muestreo se realizó en dos estaciones San Carlos y Luz y Vida, durante los meses de agosto y septiembre correspondientes al periodo seco; noviembre y diciembre para el periodo lluvioso del 2021. La caracterización del ambiente local se realizó utilizando listas de chequeo estandarizadas para ecosistemas acuáticos andino-amazónicos, además se hicieron análisis físico-químicos según las normas INEN y la recolección de macroinvertebrados fue ejecutada con una red de Surber lo que permitió su cuantificación e identificación taxonómica. En cuanto a resultados, se registraron concentraciones de fosfato que superan el límite de la legislación ambiental ecuatoriana, demostrándose contaminación. Los indicadores ambientales de ecosistema IHF-Am sugieren una buena calidad ambiental en ambas estaciones, con valores de 79 y 66,5; el QBR-Am valores de 73 y 63,5 equivalentes a un buen estado de vegetación ribereña y los puntajes IPA-Am reflejaron distinto grado de presión antropogénica, bajo para San Carlos, y medio para Luz y Vida. Las estimaciones de índices de calidad de agua por macroinvertebrados destacan que: AAMBI refleja una buena y muy buena integridad ecológica, EPT indica que la calidad biológica del río en varios puntos es regular y en un punto mala, ASPT manifestó calidad dudosa y Shannon-Weaver identifica una biodiversidad media. En conclusión, se evidenció una pérdida en las condiciones originales del río, debido a actividades antropogénicas, atribuibles especialmente a la porcicultura de traspatio, ocasionando emisiones contaminantes con fósforo.

***Palabras Clave:*** macroinvertebrados amazónicos; índice biótico; fósforo; río.



**Aquatic macroinvertebrates as a bioindicator of the ecological status of the Blanco River, Sevilla town, Sucumbíos-Ecuador.**

**Abstract**

The present study was conducted in the province of Sucumbíos, to evaluate if there is contamination in the Blanco River using macroinvertebrates as bioindicators of water quality. Sampling was carried out in two stations San Carlos and Luz y Vida located in the Cascales canton, during the months of August and September corresponding to the dry period; November and December for the rainy period of 2021. The characterization of the local environment was carried out using standardized checklists for Andean-Amazonian aquatic ecosystems, physical-chemical analyses were performed according to INEN standards, and macroinvertebrate collection was carried out with a Surber net, which allowed for quantification and taxonomic identification. In terms of results, phosphate concentrations were recorded that exceed the limit of Ecuadorian environmental legislation, demonstrating contamination. Ecosystem environmental indicators IHF-Am suggest good environmental quality in both stations, with values of 79 and 66.5; QBR-Am values of 73 and 63.5 equivalent to a good state of riparian vegetation; and IPA-Am scores reflected different degrees of anthropogenic pressure, low for San Carlos, and medium for Luz y Vida. Estimates of water quality indices by macroinvertebrates highlight that: AAMBI reflects good and very good ecological integrity, EPT indicates that the biological quality of the river at several points is fair and at one point poor, ASPT manifested questionable quality, and Shannon-Weaver identifies medium biodiversity. In conclusion, there was evidence of a loss of the river's original conditions due to anthropogenic activities, especially backyard pig farming, which caused emissions of phosphorous pollutants.

**Keywords:** amazonian macroinvertebrates; biotic index; phosphorus; river.



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

### Trabajo de Integración Curricular

---

#### 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las actividades antropogénicas han sido las responsables del aumento en la degradación de ecosistemas acuáticos acarreando problemas como la pérdida de biodiversidad (Rodríguez et al., 2016); por lo que es importante monitorear su calidad para identificar acciones de mantención de su sostenibilidad ecológica (Domínguez et al., 2019).

El agua se encuentra presente más del 70% en el planeta donde sólo el 2,5 % es agua dulce siendo el sustento de los ecosistemas dulceacuícolas los cuales tienden a diferir por su lugar de ubicación y condiciones climáticas, sin embargo, es importante que se encuentre en buenas condiciones ecológicas para el desarrollo de los organismos. (Baron et al., 2003; Fernández, 2012).

Actualmente existe un cambio en la realización de estudios relacionados a la calidad del agua, pasando de contemplar sólo parámetros físico-químicos a la inclusión de metodologías contextuales y ecológicas como son el uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos con una visión claramente ecosistémica (Aguirre, 2017; Carrasco et al., 2020). Se denominan bioindicadores, a los organismos que por su diferente grado de sensibilidad y tolerancia a las perturbaciones en el medio en el que viven, se emplean para descifrar los diversos factores que estén alterando el hábitat (Terneus et al., 2012). Los macroinvertebrados acuáticos, están presentes en todos los sistemas hídricos y lacustres del planeta y mantienen una estrecha relación con su ambiente, además por su tamaño son los más ampliamente utilizados en estas tareas (Portilla, 2015; Rodríguez et al., 2016).

El buen estado ecológico del agua es fundamental para el desarrollo de los ecosistemas (Carvacho, 2011); así, en la provincia de Sucumbíos en la región amazónica del Ecuador, el río Blanco es uno de las principales fuentes de agua para consumo humano y actividades agropecuarias en la parroquia Sevilla (Pérez et al., 2015). Sin embargo, muchas de estas actividades han generado alteraciones en el medio ambiente, como la deforestación y contaminación (Caro y Torres, 2015). En esta realidad, se utilizan índices biológicos como el BMWP-Col (del inglés grupo de trabajo para monitoreo biológico - Biological monitoring working party) y AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index), para medir el estado ecológico de los ecosistemas los cuales son accesibles al contexto de los ecosistemas acuáticos amazónicos del Ecuador, además de ser una herramienta de bajo costo, aplicable a las condiciones económicas de los gestores ambientales locales.

(Encalada et al., 2019; Roldán, 2016) En consecuencia, el presente estudio tiene como objetivo determinar el estado ecológico del río Blanco mediante índices de calidad de agua utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

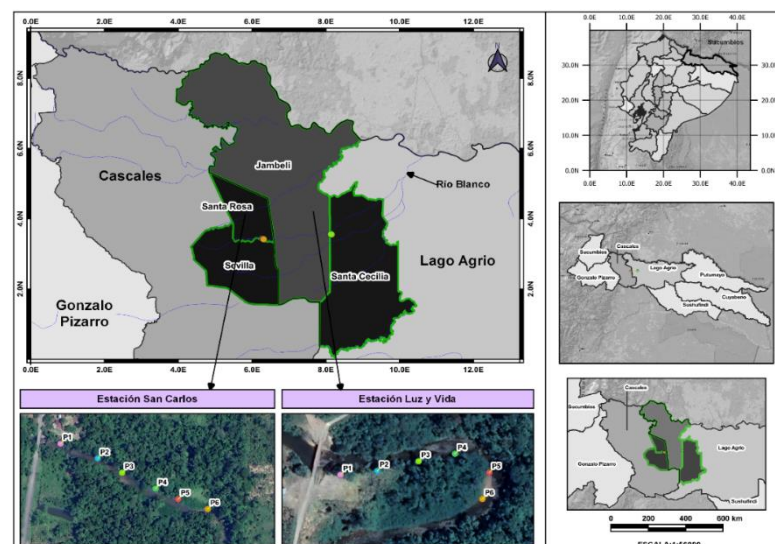
### 2.1. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Sucumbíos, cantón Cascales, parroquia Sevilla (Figura 1) ubicado al norte de la Amazonía del Ecuador, posee un clima cálido-húmedo con temperaturas ambientales que oscilan entre 20 y 26 °C, la precipitación media anual aproximada de 3000 mm y humedad ambiental del 88%. (INAMHI, 2021)

El río Blanco es uno de los principales afluentes que forman parte de la red hídrica de la provincia de Sucumbíos, es tributario para el río San Miguel binacional entre Ecuador y Colombia, Pérez et al., (2015). El proceso de monitoreo se lo realizó en dos estaciones a lo largo y ancho del río rodeado de un ecosistema de bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (MAE, 2013). La estación de muestreo San Carlos cuenta con una cobertura vegetal arbórea y arbustiva, suelo arcilloso, una litera de abundante hojarasca, un ancho de cauce de 14,80 m. La estación Luz y Vida, en cambio posee una abundante vegetación ribereña de dosel bajo, el cauce del río llega a los 17 m de ancho, en ambos casos se destaca la presencia de sólidos en suspensión en el agua, evidente por la presencia turbidez.

La longitud del río estudiada fue de 6,5 km; durante los meses de agosto y septiembre correspondientes al periodo seco; y, noviembre y diciembre para el periodo lluvioso del 2021.

**Figura 1. Ubicación geográfica del río Blanco**





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

---

**2.2. Evaluación del estado ecológico**

Se realizó una evaluación multicriterio con varios parámetros: calidad físico-química del agua, estado de las orillas del cuerpo del río y poblaciones de macroinvertebrados bentónicos acordes a las condiciones ambientales de la Amazonía.

**2.2.1. Parámetros fisicoquímicos del agua**

Se tomaron muestras de agua para medir oxígeno disuelto y coliformes totales siguiendo el protocolo INEN (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013 Primera Revisión: Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras, 2013).

Una vez obtenidas las muestras según la Autoridad Nacional Del Agua, (2011), se colocaron en frascos de vidrio color ámbar de 500 ml con el fin de reducir cualquier actividad fotosensitiva que pudiera alterar la muestra. Las muestras recolectadas de Oxígeno Disuelto (técnica de Winkler) y coliformes totales por (técnica por diluciones en tubo Múltiple.) se usaron kits de la marca SEACHEM® para los parámetros NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, pH y Temperatura, se recolectaron las muestras y se analizaron *in situ*. (Ruiz, 2011)

**2.2.2. Calidad ambiental del ecosistema riveroño**

La calidad integral del ambiente riveroño del río fue evaluado a través de listas de chequeo ambiental con el fin de estimar su estado de conservación (Tabla 1).

**Tabla 1. Descripción de los índices IPA-Am, IHF-Am y QBR-Am**

Índice	Aplicación	Instrumento	Rango de valoración
IHF-Am	Indica calidad del ecosistema	Cuestionario	1 – 100
QBR-Am	Analiza la flora ribereña	Hoja de investigación	0 – 100
IPA-Am	Determina grado de alteración antrópica	Encuesta	0 – 54

**Fuente:** Adaptado de Encalada et al., (2019)

Una vez obtenidos los resultados de los tres índices se aplicó la siguiente fórmula  $IHF + QBR - IPA$  para saber el estado ambiental actual que tiene el ecosistema, los resultados pueden oscilar de 0 a 200 puntos.

**2.3. Captura de muestras de invertebrados e identificación taxonómica**

Se usó la técnica de Carrera y Fierro, (2018) se ingresó al río con la red Surber estándar de 30 x 30 cm y un receptáculo de 45 cm ubicada a contracorriente con el fin de



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

aprovechar el movimiento de las aguas del río. Se removió el sustrato del fondo a una profundidad 20 cm para facilitar la captura de los macroinvertebrados. Los especímenes obtenidos se colocaron en alcohol dentro de frascos de 250 ml etiquetados y sellados herméticamente González et al., (2018). Los macroinvertebrados se identificaron hasta el nivel taxonómico de familia utilizando la guía de Encalada et al., (2019) mediante observación con OBI Microscopio Universal Mini de 60x para Celular con Clip Luz LED-UV y un smartphone Realme 6 pro.

**2.3.1. Macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua (índice AAMBI, ASPT, EPT y H')**

La aplicación de los índices AAMBI, ASPT, EPT y H' demostraron en qué condiciones está el río, siguiendo una metodología idónea para la Amazonia (Tabla 2).

**Tabla 2. Descripción de los índices utilizando macroinvertebrados**

Índice	Objetivo	Instrumento/Fórmula	Rango de valoración	Fuente
AAMBI	Medir el estado ecológico del agua	Hoja de puntuación a nivel de familia (Tabla 10)	1 – 10	(Encalada et al., 2019)
ASPT		$ASPT = AAMBI/No. Familias$	1 – 10	(Arango et al., 2008)
EPT		$\% EPT = (No.Total EPT/ No.Total spp) * 100$	0 – 100	(Buenaño et al., 2018)
H'	Determinar la diversidad existente	$H' = - \sum (ni/N) \ln (ni/N)$	0 – 3	(López et al., 2019)

**2.4. Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizó la correlación de los resultados entre los índices AAMBI, EPT, ASPT, Shannon Weaver y los test de significancia estadística *t de Student* que se llevó a cabo mediante el programa estadístico Past 3.

**3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**3.1. Estado ecológico del río Blanco**

**3.1.1. Condiciones fisicoquímicas**

De manera general los resultados de los parámetros analizados del periodo seco se encuentran en estándares normales se interpreta que la calidad del agua está en buenas condiciones a excepción del PO<sub>4</sub> en la estación Luz y Vida, sin embargo, en el período lluvioso el PO<sub>4</sub> sobrepasa ligeramente los límites permisibles (Tabla 3) según la norma vigente para calidad ambiental del estado ecuatoriano ( MAE-TULSMA, 2017), causada





# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

### Trabajo de Integración Curricular

por producción porcina de traspatio, donde 2 de cada 10 fincas crían cerdos se estima que si no se implementa un buen manejo de los desechos de criaderos en el sitio del estudio el río va a tener una mayor contaminación, afectando a los ecosistemas aledaños que mantienen su dinámica gracias al río.

**Tabla 3. Resultados fisicoquímicos del río Blanco**

Parámetro	Unidad	San Carlos		Luz y Vida		Rango permisible
		S <sup>1</sup>	LI <sup>2</sup>	S <sup>1</sup>	LI <sup>2</sup>	
		(x ± sd)	(x ± sd)	(x ± sd)	(x ± sd)	
Colif. totales	UFC / 100 ml	3150 ± 150	3550 ± 50	3250 ± 50	3800 ± 100	2200 - 4000 <sup>a</sup>
[O <sub>2</sub> ]	mg/L	5,38 ± 0,10	5,04	6,10 ± 0,10	5,01	No menor a 5 <sup>a</sup>
[NH <sub>4</sub> ]	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	Hasta 0,02 <sup>a</sup>
[NO <sub>2</sub> ]	mg/L	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,10	0,09	Hasta 60 <sup>a</sup>
[NO <sub>3</sub> ]	mg/L	0,50	0,66 ± 0,06	0,70 ± 0,20	0,54 ± 0,46	Hasta 1 <sup>a</sup>
[PO <sub>4</sub> ]	mg/L	0,03 ± 0,02	0,13 <sup>e</sup> ± 0,03	0,06 <sup>e</sup> ± 0,01	0,08 <sup>e</sup> ± 0,02	Hasta 0,05 <sup>a</sup>
pH	-	6,90	6,50	7,15 ± 0,05	6,70	6,5 - 9 <sup>a</sup>
Temperatura	°C	26,10 ± 0,10	24,75 ± 0,75	25,70 ± 70	24,45 ± 0,45	NRP <sup>3</sup>

**Nota:** <sup>1</sup>, Seco; <sup>2</sup>, Lluvia; <sup>a</sup> Valores del TULSMA; <sup>e</sup> Valor excedido de la norma; <sup>3</sup> No hay Rango Permisible.

### 3.1.2. Condiciones ambientales IHF, QBR e IPA

En el índice IHF-Am los resultados se encuentran en un rango de buena calidad en ambas estaciones y para el índice QBR-Am se obtuvo una calidad buena en la ribera. El índice IPA-Am reflejó que existe una baja presión antropogénica en la estación San Carlos mientras que en Luz y Vida es media. Finalmente, los tres índices reflejaron que la estación San Carlos tiene una buena calidad ambiental, mientras la estación Luz y Vida es regular (Tabla 4).

**Tabla 4. Resultados de los índices de calidad ambiental**

Índice	San Carlos	Luz y Vida
IHF - Am	79	66,5
QBR - Am	73	63,5
IPA - Am	6	18
<i>IHF + QBR - IPA</i>	146	112
Calidad ambiental	Buena	Regular

La calidad ambiental en la estación Luz y Vida es Regular porque tiene mayor presión antropogénica que San Carlos, marcada por exceso de PO<sub>4</sub>.

Los parámetros fisicoquímicos que se evaluaron estuvieron dentro del rango permisible según el MAE-TULSMA, (2017), teniendo una concordancia con el



diagnóstico de calidad ambiental bajo los índices IHF-Am, IPA-Am y QBR-Am; que a excepción del  $PO_4$ , que estuvo fuera del rango permitido, atribuyendo este valor a la presencia de actividades agroproductivas que no contemplan mitigación de contaminantes, generando arrastre de desechos de porcinos criados para subsistencia, acorde a lo reportado por Ruiz, (2021), quien además destaca la incidencia negativa de las actividades agropecuarias sobre el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos.

### 3.2. Macroinvertebrados

Los muestreos realizados permitieron identificar 1.630 macroinvertebrados los cuales pertenecen a 4 clases, 8 órdenes y 17 familias (Tabla 5) (Figura 2), las familias con ausencia fueron Unionidae y Psephenidae en periodo lluvioso de las dos estaciones.

**Figura 2. Familias de macroinvertebrados encontrados en el muestreo**









(A) Baetidae; (B) Blaberidae; (C) Calopterygidae; (D) Elmidae; (E) Euthyplociidae; (F) Gerridae; (G) Gomphidae; (H) Leptophlebiidae; (I) Libellulidae; (J) Lymnaeidae; (K) Naucoridae; (L) Palaemonidae; (M) Perlidae; (N) Psephenidae (larva), (O) Pseudothelphusidae; (P) Ptilodactylidae; (Q) Unionidae.



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

**Tabla 5. Presencia de macroinvertebrados encontrados en el río Blanco**

Clase/Orden/Familia	Macroinvertebrados 	San Carlos		Luz y Vida		N° Ind.
		S	Ll	S	Ll	
Bivalvia: Unionoidea: Unionidae		+		+	+	17
Gastropoda: Basommatophora: Lymnaeidae		+	+	+	+	98
Insecta: Blattodea: Blaberidae		+	+	+	+	49
 Coleoptera: Elmidae		+	+	+	+	110
	Psephenidae	+	+	+		15
	Ptilodactylidae	+	+	+	+	78
 Ephemeroptera: Baetidae		+	+	+	+	143
	Euthyplociidae	+	+	+	+	139
	Leptophlebiidae	+	+	+	+	83
 Hemiptera: Gerridae		+	+	+	+	301
	Naucoridae	+	+	+	+	72
 Odonata: Calopterygidae		+	+	+	+	63
	Gomphidae	+	+	+	+	81
	Libellulidae	+	+	+	+	66
 Plecoptera: Perlidae		+	+	+	+	63
	Pseudothelphusidae	+	+	+	+	123
Malacostraca: Decapoda: Palaemonidae		+	+	+	+	129
		+	+	+	+	123
Total						1.630

**Nota:** Seco (S), Lluvioso (Ll).

### 3.2.1. Calidad del agua por macroinvertebrados (AAMBI, ASPT, EPT y H')

Las estimaciones de índices de calidad de agua por macroinvertebrados (Tabla 6), destacan que: i) AAMBI refleja una buena y muy buena integridad ecológica; ii) EPT indica que la calidad biológica del río en varios puntos es regular y en un punto mala; iii) ASPT manifestó calidad dudosa; y iv) Shannon-Weaver identifica una biodiversidad media.

**Tabla 6. Resultados de los índices AMMBI, EPT, ASPT y H'**

Parámetro	S <sup>1</sup> (x ± sd)	San Carlos			Luz y Vida			p	
		Int. <sup>3</sup>	Ll <sup>2</sup> (x ± sd)	Int. <sup>3</sup>	S <sup>1</sup> (x ± sd)	Int. <sup>3</sup>	Ll <sup>2</sup> (x ± sd)		Int. <sup>3</sup>
AAMBI	107	MB <sup>4</sup>	95 ± 14	MB <sup>4</sup>	107	MB <sup>4</sup>	94 ± 7	MB <sup>4</sup>	0,95515
ASPT	6,29	D <sup>5</sup>	6,29 ± 0,25	D <sup>5</sup>	6,29	D <sup>5</sup>	6,26 ± 0,12	D <sup>5</sup>	0,85963
EPT	32,51 ± 2,86	R <sup>6</sup>	27,78 ± 2,89	R <sup>6</sup>	26,17 ± 9,36	R <sup>6</sup>	17,50 ± 1,94	M <sup>7</sup>	0,03246
H'	2,65 ± 0,01	DM <sup>8</sup>	2,63 ± 0,05	DM <sup>8</sup>	2,52 ± 0,05	DM <sup>8</sup>	2,47 ± 0,01	DM <sup>8</sup>	0,54042

**Nota:** Seco<sup>1</sup>; Lluvioso<sup>2</sup>; Interpretación<sup>3</sup>; Muy Bueno<sup>4</sup>; Dudoso<sup>5</sup>; Regular<sup>6</sup>; Malo<sup>7</sup>; Diversidad Media<sup>8</sup>.



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

### Trabajo de Integración Curricular

---

Los puntajes de AAMBI para el periodo seco tanto en San Carlos y Luz y Vida tienen un valor medio de 107 sin variaciones atípicas. Este rango es interpretado como una muy buena integridad de los ecosistemas acuáticos presentes y a pesar de que para el periodo lluvioso hay una leve disminución de los puntajes se permanece en el mismo rango de integridad.

La aplicación de ASPT, refleja que para el periodo seco tanto en Luz y Vida como San Carlos los valores tienen una media de 6,29; y se interpretan como que la riqueza/diversidad de especies es Dudosa. Para la estación lluviosa hay mayor variabilidad con un rango entre 6,00 a 6,44; interpretándose de la misma manera durante el estiaje.

El índice EPT refleja valores promedio diferentes para cada periodo, que representan una calidad biológica Regular, con la excepción del periodo lluvioso de Luz y Vida cuando se empeora la calidad a asignaciones de valor considerada como Mala. Esto se debe a que los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera utilizados para calcular la integridad ecológica son sumamente sensibles a mínimos grados de perturbación por lo que no se encontraron muchos especímenes.

En cuanto al índice de Shannon Weaver indica que tanto en el periodo lluvioso como seco no existen valores que salgan del rango de Diversidad Media, indicando que pese a la presión antropogénica que existe en el río la diversidad de macroinvertebrados se mantiene pero no se descarta que en un futuro disminuya.

La comunidad de macroinvertebrados durante este estudio tuvo variación en cada periodo estacional, con mayores cambios relacionados a los órdenes Basommatophora, Ephemeroptera y Plecoptera. Según Galarza et al., (2021) estos taxones son muy sensibles a cambios en su ecosistema, con disminuciones en cuanto a sus poblaciones. En el actual estudio la puntuación del índice AAMBI disminuye levemente para el periodo lluvioso, sin embargo, se mantiene la categoría de integridad de ecosistema Muy Bueno, lo que representa que la presencia de estos organismos en el río Blanco sirven como bioindicadores para determinar la calidad ecosistémica concordando con Lessmann et al., (2019) que los macroinvertebrados son excelentes indicadores biológicos.

El índice ASTP se ha utilizado para determinar condiciones ecológicas de cuerpos de agua según lo reportado por López et al., (2019) las presiones antropogénicas son factores que influyen negativamente en el ecosistema poniendo en riesgo la vida acuática. Del mismo modo, en esta investigación se evidenciaron valores que demuestran una



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

calidad de agua dudosa, atribuyendo esta particularidad a intervenciones de factores externos en el cauce del río.

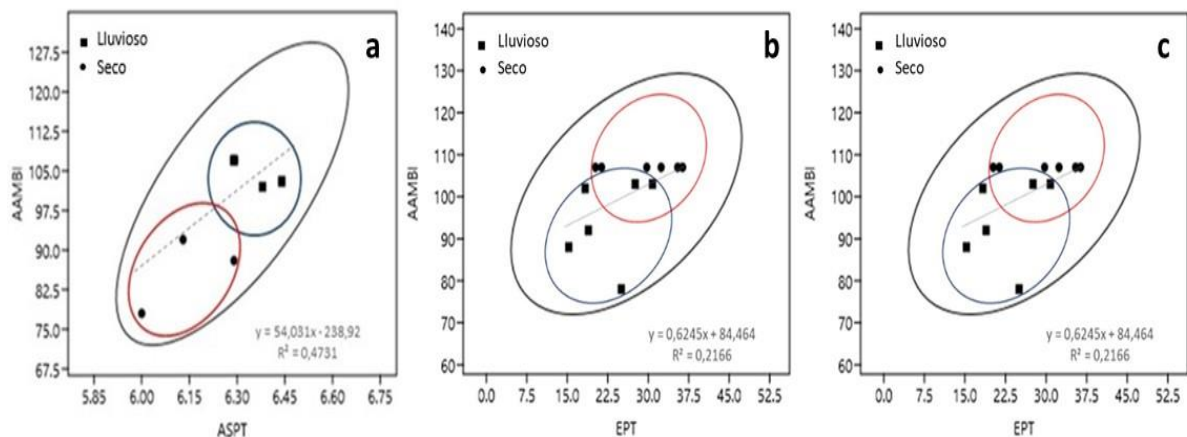
En cuanto al índice EPT reveló un porcentaje no superior al 37% que demostró una calidad inadecuada del agua del río Blanco en las dos zonas de monitoreadas. A estos resultados se le atribuyen la no presencia del orden Trichoptera que es sensible a la contaminación. Este indicio concuerda con lo obtenido por Lozano (2019) donde la contaminación fue factor determinante para no encontrar el orden Plecoptera. Por consiguiente, el análisis se basó en la sobrepoblación de ordenes como Ephemeroptera y Plecoptera.

La interpretación con el índice de Shannon Weaver en todos los puntos del muestreo demostró valores que reflejan Diversidad Media del ecosistema, esto por la presencia antrópica de contaminantes. Según lo reportado por Mora, (2018) quien menciona que existen evidencias donde la diferencia que factores naturales perturbados de manera antrópica conlleva a no tener una alta variedad de fauna acuática.

### 3.3. Correlaciones de los índices AAMBI, ASPT, EPT y H'

Como parte de la aplicación de los diversos índices de calidad estimados, se destaca que no hay una correlación entre AAMBI y los demás estudiados; por lo que se identifica que hay discrepancia en cuanto a su sensibilidad (Figura 3).

**Figura 3. Análisis de correlación entre índices sustentados en macroinvertebrados**



Según Encalada et al., (2019), se considera que AAMBI es más robusto debido a factores propios de su metodología, como la distribución biogeográfica comprobada de los taxones empleados, su amplio conjunto de especímenes, su cálculo por simple presencia, correlaciones validadas con el grado de perturbación existente; y su fácil interpretación lo cual le otorga confiabilidad y replicabilidad ante una gradiente amplia altitudinal que va de los 200 a 4 000 m.s.n.m. usado en distintos estudios ya que se adapta



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

---

a zonas amazónicas comprobado por estudios realizados por Galarza et al., (2021); y Lessmann et al., (2019).

Los análisis estadísticos evidenciaron que no existe correlación aparente entre los índices AAMBI, ASPT, EPT y H'. Estos resultados coinciden con lo reportado por Armijos y Sánchez, (2019), a diferencia de los índices BMWP-Col y WQI que si tienen correlación lineal.

#### **4. CONCLUSIONES**

De acuerdo con los análisis fisicoquímicos del agua, se demostró que el fosfato ( $PO_4$ ) tiene valores que se encuentran por encima del límite correspondiente concordantes con los índices de calidad ambiental que demostraron que Luz y Vida está siendo afectada por factores antrópicos como la producción porcina de traspatio.

La presencia de macroinvertebrados sensibles como Ephemeroptera y Plecoptera, evidenció que el ecosistema todavía se encuentra en condiciones viables. Se determinó que para el periodo estacional seco existe un leve incremento de la población de estos bioindicadores, al contrario, en el periodo lluvioso ésta tiende a disminuir, debido a la fuerza de la corriente del río.

Los resultados obtenidos mediante el índice AAMBI reflejan que el agua del río Blanco están dentro del rango de calidad de Muy Bueno debido a la conformación de la comunidad de macroinvertebrados, sin embargo, los índices ASPT y EPT detectaron contaminación congruente con los hallazgos de fosfatos, por lo tanto, se debe tomar medidas para la gestión del territorio con especial enfoque a los espacios acuáticos, con el fin de preservarlos y aprovechar su funcionalidad ecológica.





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

---

**REFERENCIAS**

- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(1), 35–64. <https://doi.org/10.23818/limn.28.04>
- Aguila, G. E., Pujoni, D. G., Marques, M. M., Santos, L. G., Dornelas, N. M., Andrade, K., Monteiro, I. M., Maia-Barbosa, P. M., & Barbosa, F. A. (2018). Benthic macroinvertebrate diversity in the middle doce river Basin, Brazil. In *Data* (Vol. 3, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/data3020017>
- Aguirre, J. (2017). Relación entre la composición y estructura de macroinvertebrados acuáticos y la cobertura vegetal ribereña de cuatro tributarios del río Oglán Pastaza-Ecuador. In *Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Biológicas* (Issue Figura 1).
- Arango, M. C., Álvarez, L. F., Arango, G. A., Torres, O. E., & Monsalve, A. de J. (2008). Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. *EIA*, 121–141.
- Armijos, T., & Sánchez, K. (2019). *Evaluación de la calidad de agua del río Rumiyacu mediante la utilización de bioindicadores en la parroquia Dayuma, cantón Orellana, provincia Orellana*.
- Autoridad nacional del agua, GreenFacts 1 (2011). [http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm\\_Files/Publicaciones/Varios/2011-PROTOCOLO-ANAPeru.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/2011-PROTOCOLO-ANAPeru.pdf)
- Ayala, S., Reinoso, W. A., Calderón, D. S., Jaramillo, Á. M., & Mesa, D. J. (2019). Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 16(1), 49–65. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.5191>
- Baron, J., Poff, L., Angermeier, P., Dahm, C., Gleick, P., Hairston, N., Jackson, R., Johnston, C., Richter, B., & Steinman, A. (2003). *Ecosistemas de agua dulce sustentables*. 10, 18. <https://www.esa.org/wp-content/uploads/2013/03/numero2.pdf>
- Buenaño, M., Vásquez, C., Zurita-Vásquez, H., Parra, J., & Pérez, R. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador. *Intropica*, 13(1), 41–49. <https://doi.org/10.21676/23897864.2405>
- Cabrera, S., Eurie Forio, M. A., Lock, K., Vandenbroucke, M., Oña, T., Gualoto, M., Goethals, P. L. M., & Der Heyden, C. Van. (2021). Variations in benthic macroinvertebrate communities and biological quality in the aguarico and coca river basins in the ecuadorian amazon. *Water (Switzerland)*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/w13121692>
- Caro, C. I., & Torres, M. A. (2015). Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas. *Orinoquia*, 19(2), 237. <https://doi.org/10.22579/20112629.338>
- Carrasco, J., Caballero, V., Cabrera, J., Lema, L., & Carrasco, D. (2020). Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en sitios de interés turístico de la provincia de Pastaza, Amazonía Ecuatoriana. *Polo Del Conocimiento*, 5(1), 858–879. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i1.2021>
- Carrera, C., & Fierro, K. (2018). Manual de monitoreo Los macroinvertebrados Acuáticos. In *Ecociencia* (Vol. 2). <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>
- Carvacho, C. A. A. (2011). *Máster Oficial Agua. Análisis Interdisciplinario y Gestión Sostenible*.
- Couceiro, S. R. M., Dias-Silva, K., & Hamada, N. (2021). Influence of climate seasonality



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

### Trabajo de Integración Curricular

- on the effectiveness of the use of aquatic macroinvertebrates in urban impact evaluation in central Amazonia. *Limnology*, 22(2), 237–244. <https://doi.org/10.1007/s10201-020-00648-6>
- Damanik-Ambarita, M. N., Lock, K., Boets, P., Everaert, G., Nguyen, T. H. T., Forio, M. A. E., Musonge, P. L. S., Suhareva, N., Bennetsen, E., Landuyt, D., Dominguez-Granda, L., & Goethals, P. L. M. (2016). Ecological water quality analysis of the Guayas river basin (Ecuador) based on macroinvertebrates indices. *Limnologica*, 57, 27–59. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2016.01.001>
- Darrigran, G., Vilchez, a., Legarralde, T., & Damborena, C. (2007). Guía para el estudio de macroinvertebrados I. - Métodos de colecta y técnicas de fijación. *Serie Técnica Didáctica*, May 2015, 1–86.
- Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., & Sunkel, O. (2019). Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad. In *Cepal*. [www.cepal.org/apps%0Ahttps://www.cepal.org/es/publicaciones/44785-recursos-naturales-medio-ambiente-sostenibilidad-70-anos-pensamiento-la-cepal](http://www.cepal.org/apps%0Ahttps://www.cepal.org/es/publicaciones/44785-recursos-naturales-medio-ambiente-sostenibilidad-70-anos-pensamiento-la-cepal)
- Dunnette, D. A. (1979). A Geographically Variable Water Quality Index Used in Oregon. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 51(1), 53–61. <http://www.jstor.org/stable/25040240>
- Durán-Fuentes, J., Gracia, A., Osorio, C., & Cristina Cedeño-Posso. (2021). Aporte al conocimiento de las medusas (Cnidaria: Medusozoa) en el departamento del Atlántico, Colombia. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 42(162), 49–57. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/23145%0Ahttps://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/23145/ijjimenezm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Encalada, A., Guayasamin, J., Suárez, E., Mena, C., Lessmann, J., Sampedro, C., Martínez, P., Ochoa, V., Swing, K., Celinscak, M., Schreckinger, J., Vieira, J., Tapia, A., Serrano, C., Barragán, K., Andrade, S., Alexiades, A., & Troya, M. (2019). *Los ríos de las cuencas Andino-Amazónicas Herramientas y guía de invertebrados para el diseño de programas de monitoreo*.
- Endara, A. (2012). Identificación de macro invertebrados bentónicos en los ríos: Pindo Mirador, Alpayacu y Pindo Grande; determinación de su calidad de agua. *Enfoque UTE*, 3(2), 33–41. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v3n2.3>
- Español, C. (2016). *Biodiversidad y funcionalidad de ecosistemas acuáticos naturales y restaurados de la llanura de inundación del tramo medio del río Ebro* [Universidad San Jorge]. [https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTAL\\_TO DO=Biodiversidad+y+funcionalidad+de+ecosistemas+acuáticos+naturales+y+restaurados+de+la+llanura+de+inundación+del+tramo+medio+del+río+Ebro](https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTAL_TO DO=Biodiversidad+y+funcionalidad+de+ecosistemas+acuáticos+naturales+y+restaurados+de+la+llanura+de+inundación+del+tramo+medio+del+río+Ebro)
- Fenoglio, S., & Doretto, A. (2021). Monitoring of Neotropical Streams Using Macroinvertebrate Communities: Evidence from Honduras. In *Environments* (Vol. 8, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/environments8040027>
- Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 81. <https://doi.org/10.48213/travessia.vi81.866>
- Fierro, P., Valdovinos, C., Lara, C., & Saldías, G. S. (2021). Influence of Intensive Agriculture on Benthic Macroinvertebrate Assemblages and Water Quality in the Aconcagua River Basin (Central Chile). In *Water* (Vol. 13, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/w13040492>
- Franco, E. (2017). *Utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en la zona céntrica del río Paján* (Issue 05) [Universidad Estatal del sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2305>



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

### Trabajo de Integración Curricular

- Galarza, E., Cabrera, M., Espinosa, R., Espitia, E., Moulatlet, G. M., & Capparelli, M. V. (2021). Assessing the Quality of Amazon Aquatic Ecosystems with Multiple Lines of Evidence: The Case of the Northeast Andean Foothills of Ecuador. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 107(1), 52–61. <https://doi.org/10.1007/s00128-020-03089-0>
- Gallozo, A., & Yauri, J. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua, relacionados con metales pesados en la sub cuenca Yanayacu - Ancash, Setiembre 2015 - Abril 2016. In *Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Giacomett, J., & Bersosa, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Serie Zoológica, Appendix 1*, 16.
- González, H., Crespo, E., Acosta, R., & Hampel, H. (2018). Guía rápida para identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 160. <https://geo.etapa.net.ec/monitoreoecohidrologico/files/docs/GUIA MACROINVERTEBRADOS.pdf>
- Guevara, G., Jara, C., Godoy, R., & Boeckx, P. (2013). Importancia ecológica de parásitos (Nematomorpha : Gordiida ) en arroyos de montaña The ecological role of parasites ( Nematomorpha : Gordiida ) in mountain streams. *Revista Chilena De Historia Natural*, 86, 107–111.
- Gutiérrez, P. (2010). Plecoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(SUPPL. 4), 139–148.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST : Paleontological Statistics Software Package for Education and Data. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1–9.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 38.
- INAMHI. (2021). *Red de estaciones automáticas Hidrometeorológicas*. <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>
- Lessmann, J., Troya, M. J., Flecker, A. S., ChrisFunk, W. W., Guayasamin, J. M., Ochoa-Herrera, V., LeRoyPoff, N. N., Suárez, E., & Encalada, A. C. (2019). Validating anthropogenic threat maps as a tool for assessing river ecological integrity in Andean-Amazon basins. *PeerJ*, 2019(11), 1–23. <https://doi.org/10.7717/peerj.8060>
- Liñero, I., Balarezzo, V., Eraso, H., Pacheco, F., Ramos, C., Muzo, R., & Calva, C. (2016). Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. *Cuadernos de Investigación UNED*, 8(1), 69–75.
- López, S., Huertas, D., Jaramillo, Á., Calderon, D., & Díaz, J. (2019). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). *Ingeniería y Desarrollo*, 37(2), 277–288.
- Lozano, M. (2019). *Determinación de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la microcuenca del río Guanganza chico de la provincia de Morona Santiago* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/10594>
- Mafla, M. (2005). Macroinvertebrados (BMWP-CR-Biological Monitoring Working Party) y Hábitat (SVAP-Stream Visual Assessment Protocol). *Talamanca-Costa Rica. Turrialba (CR):CATIE*, 86 p. <http://www.sidalc.net/repdoc/A0881e/A0881e.pdf>
- Martínez, G. (2020). *Artrópodos. II*(January), 165–171.
- Meza, E. (2019). El orden ephemeroptera en la cuenca el Ronquillo-Cajamarca. In *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009>





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

---

- Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, TULSMA, Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003 1 (2017). [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- Sistema de clasificación de los ecosistemas de Ecuador continental. Subsecretaría de patrimonio natural. Quito, Igarss 2014 235 (2013).
- Mora, C., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- Mora, J. (2018). *Uso de macroinvertebrados como metodo de evaluacion de la calidad del rio Salima Atacames*. 1–56.
- Murueta, L. (2014). *Efecto de la carga orgánica y de nutrientes y su biorremediación en sedimentos de ecosistemas acuáticos con distintas características ecológicas* [Universidad de Valencia]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=87232>
- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2169:2013 Primera revisión: Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras, 26 (2013). <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACIÓN-DE-MUESTRAS.pdf>
- Ntloko, P., Palmer, C. G., Akamagwuna, F. C., & Odume, O. N. (2021). Exploring Macroinvertebrates Ecological Preferences and Trait-Based Indicators of Suspended Fine Sediment Effects in the Tsitsa River and Its Tributaries, Eastern Cape, South Africa. In *Water* (Vol. 13, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/w13060798>
- Palma, C., & Arana, J. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. In *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/Métodos-de-Colecta-identificación-y-análisis-de-comunidades-biológicas.compressed.pdf>
- Pérez, Á., Fonseca, J., Pérez, J., Ríos, N., Vásconez, P., Ortiz, E., & Julieta Pérez. (2015). *PDYOT de la Parroquial Rural de Sevilla*. 0–195. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1768087800001\\_ACTUALIZACION\\_PDYOT\\_UYUMBICHO\\_2015\\_DIAGNOSTICO\\_30-10-2015\\_11-00-23.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768087800001_ACTUALIZACION_PDYOT_UYUMBICHO_2015_DIAGNOSTICO_30-10-2015_11-00-23.pdf)
- Pillasagua, J. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en usos de suelo bosque, urbano y agrícola en el río San Pablo, cantón La Maná, Ecuador*. [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3077>
- Portilla, N. (2015). Distribución espacial y temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada La Cascajosa - Garzón ( Huila ) Spatial and Temporary Distribution of Aquatic Macro-Invertebrates. *Entornos*, 28(1), 56–75. <file:///C:/Users/PC-HP/Downloads/1224-3712-1-PB.pdf>
- Quevedo, L., Merino, K., Godoy, S., Carrera, C., Investigación, C. De, & Sostenible, D. (2021). Ecological assessment and water quality using benthic diatom communities in an Ecuadorian amazon river. *Eco. Env. y Cons*, 27(1), 152–158.
- Ríos-Touma, B., Acosta, R., & Prat, N. (2014). The Andean biotic index (ABI): Revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. *Revista de Biología Tropical*, 62(April), 249–273. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15791>
- Rodríguez, L., Ríos, P., Espinosa, M., Cedeño, P., & Jiménez, G. (2016). Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la



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

---

- Amazonía Ecuatoriana. *Hidrobiologica*, 26(3), 497–507.
- Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Rua, G. (2012). Distribución y composición de los ordenes Ephemeroptera, Plecoptera y trichoptera en cuatro ríos de la sierra nevada de Santa Marta, Colombia. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Ruiz, N. (2011). *Analizadores electroquímicos para medir el pH del agua en procesos industriales*. 101. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0785\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0785_EA.pdf)
- Ruiz, S. (2021). Calidad de agua de la microcuenca Lluhca, Amazonas, Perú. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(3), 7. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i3.631>
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. C. (2010). A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172–181.
- Terneus, E., Hernández, K., & Racines, M. (2012). Evaluación ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza-Ecuador. *Revista de Ciencias, Universidad Del Valle*, 31–45. <http://praxisfilosofica.univalle.edu.co/index.php/rciencias/article/view/2043/1965>
- Villanueva, T. A. V. (2019). *Estado ecológico de los ríos y ciclos larvarios de odonatos en la cuenca alta del río Águeda, oeste de España* [Universidad Pablo de Olavide]. <http://hdl.handle.net/10433/7035>
- Vimos, D. L. (2017). *Influencia de las condiciones hidráulicas e hidrológicas en la variación espacial y temporal de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en los ríos altoandinos de cabecera al sur del Ecuador*. <http://hdl.handle.net/10251/86217>
- Winter, J. C. F. De, Gosling, S. D., & Potter, J. (2016). Supplemental Material for Comparing the Pearson and Spearman Correlation Coefficients Across Distributions and Sample Sizes: A Tutorial Using Simulations and Empirical Data. *Psychological Methods*, 21(3), 273–290. <https://doi.org/10.1037/met0000079.supp>
- Yépez Rosado, Á., Yépez Yanez, Á. B., Urdánigo Zambrano, J., Morales Cabezas, D. C., Guerrero Chuez, N. M., & TayHing Cajas, C. C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 10(1), 27–34. <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i1.124>



## 5. ANEXOS

### Fundamentación Teórica

#### 5.1. Macroinvertebrados acuáticos

La biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por diferentes individuos agrupados en familia que pertenecen a un taxón específico, oscilan en un tamaño de 500  $\mu\text{m}$  (Aguila et al., 2018). Para monitorear el estado ecológico son excelentes ya que son sensibles a diversos cambios fisicoquímicos del agua superan a otras especies como bioindicadores (Fenoglio y Doretto, 2021).

##### 5.1.1. Modo de vida

Los macroinvertebrados están en constante cambio por factores antrópicos y naturales en el ecosistema acuático (Fierro et al., 2021). Los ciclos de vida largos y su reducida movilidad atribuyen que sean eficientes para detectar y monitorear perturbaciones (Fenoglio y Doretto, 2021). Ocupan nichos ecológicos esenciales para mantener la dinámica, suelen vivir en sustratos como rocas, algas, sedimentos entre otros, su modo de vida es bentos, necton y neuston (Aguila et al., 2018).

###### 5.1.1.1. Bentos

Individuos que tienen su ciclo de vida en la parte profunda de los ríos adheridos o debajo de algún sustrato, dentro de esta comunidad se encuentran los órdenes Ephemeropteros, Trichópteros, Coleópteros y Plecópteros (Lozano, 2019).

###### 5.1.1.2. Necton

Son aquellos individuos que se encuentran libres de forma activa en el agua, dentro de esta comunidad están los Ephemeropteros, Hemípteros y Coleópteros (Hanson et al., 2010).

###### 5.1.1.3. Neuston

Son aquellos individuos que viven y se desarrollan en la parte superficial del ecosistema acuático, una de las características principales de estos organismos es algo similar a la cera que recubre las patas para poder mantenerse en la parte superior sin hundirse, el orden representativo es el Hemíptera. (Palma y Arana, 2014)

#### 5.1.2. Grupos principales de macroinvertebrados

El phylum Cnidaria están presentes en hábitats tropicales y marinas, solo el 0,3% habitan aguas dulces, la mayoría de sus especímenes son bentónicos o sésiles, es decir, viven en el fondo del ecosistema acuático, son todos depredadores (Durán-Fuentes et al., 2021).



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

---

El phylum Mollusca consta de siete clases de las cuales dos son de agua dulce, una de las principales características que diferencian a este filo es que poseen una concha de carbonato de calcio, su hábitat debe de ser alcalina (Gallozo & Yauri, 2017).

Los Anélidos son de tamaño pequeño y detritívoros, hábitat en ambientes terrestres y acuáticos, tradicionalmente se dividen en sanguijuelas, poliquetos y oligoquetos (Darrigran et al., 2007).

El phylum Nematomorpha hábitat en ambientes dulceacuícolas, su morfología es alargada y fina incluye 19 géneros siendo de vital importancia para la dinámica de los ecosistemas lénticos o lóticos (Guevara et al., 2013).

El phylum Platelmintia está clasificado en cuatro grupos, habitan en el fondo del ecosistema acuático, las planarias son el orden más estudiado por ambientalistas, es de vida libre pero también existen de vida parásita están en constante evolución (Darrigran et al., 2007).

El phylum Arthropoda son numerosos, son especies queliceradas este filo es el más antiguo de macroinvertebrados lo distingue la cubierta exterior de quitina consta con apéndices articulados, existen acuáticos y terrestres, ayudan a mantener el estado ecológico del ecosistema, hay 1.3 millones de artrópodos a nivel mundial. (Martínez, 2020)

### **5.1.3. Ordenes Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera**

Los tres órdenes son los más importantes para medir calidad de agua ya que desempeñan un papel significativo en los ciclos de nutrientes y energía de los ecosistemas donde se encuentren (Giacomett & Bersosa, 2006).

El orden Ephemeroptera a escala mundial se han descrito 400 géneros, 42 familias y 3.000 especies, en la etapa no madura habitan ecosistemas acuáticos limpios y oxigenados, sin embargo, algunas especies toleran un bajo grado de contaminación (Meza, 2019).

El orden Trichoptera es el más importante dentro de los ecosistemas porque tienen una gran diversidad, constan tres subórdenes, 40 familias y aproximadamente 7.000 especies descritas a nivel mundial, estando presentes en todos los ecosistemas de las cuatro regiones que tiene el Ecuador desempeñando un papel fundamental en la cadena alimenticia. (Rua, 2012)

El orden Plecoptera está dentro de los grupos más primitivos de aspecto ortopteroide, consta de 15 familias y aproximadamente 3.200 especies, son altamente



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

---

sensibles durante su estadía inmadura a las alteraciones en los ecosistemas por lo tanto son excelentes bioindicadores (Gutiérrez, 2010).

#### **5.1.4. Bioindicadores acuáticos**

Son una herramienta clave para detectar amenazas, alteraciones y perturbaciones en los ecosistemas, los macroinvertebrados acuáticos tienen una amplia gama de individuos que son propios de ecosistemas sanos o perturbados, los bioindicadores toman en cuenta abundancia, presencia o ausencia para poder diagnosticar el estado ecológico del ecosistema. (Couceiro et al., 2021; Pillasagua, 2018)

##### *5.1.4.1. Características de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores*

A nivel mundial los diferentes grupos de macroinvertebrados presentan respuestas a diferentes factores naturales como antropogénicos, se evalúa el ecosistema teniendo en cuenta la situación de estrés sometida (Ntloko et al., 2021). Se tiene en cuenta que son microorganismos observables mediante microscopio o a simple vista, variedad de macroinvertebrados, fáciles de muestrear, económicos para estudiar, se identifican con facilidad y no se necesita exactamente identificar la especie, suficiente con el taxón más próximo para aplicar los índices. (Franco, 2017; Portilla, 2015)

#### **5.1.5. Importancia ecológica**

El buen funcionamiento biológico como ecológico de los ecosistemas dulceacuícolas depende básicamente de los macroinvertebrados, ya que ayudan a conservar y controlar la producción primaria de las diferentes redes tróficas existentes en el ecosistema propio y aledaños (Cabrera et al., 2021). También hay macroinvertebrados filtradores y recolectores que ayudan a mantener la dinámica estable del hábitat, filtrando impurezas que puedan alterar la dinámica, así como también los recolectores que proveen de energía mediante alimentos a la población de macroinvertebrados (Hanson et al., 2010).

#### **5.2. Estado ecológico del agua**

Para que un ecosistema acuático funcione de manera óptima es necesario medir su estado ecológico cada cierto tiempo mediante bioindicadores que se relacionen entre sí, la estructura y el funcionamiento ligados a los factores fisicoquímicos del hábitat (Villanueva, 2019).

##### **5.2.1. Calidad fisicoquímica del agua**

El agua es elemental para la vida de todo ser vivo y mantiene la dinámica de sus ecosistemas funcionales, una buena calidad fisicoquímica del agua favorece el incremento de poblaciones de biodiversidad acuática siendo clave las especies para el



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

---

ecosistema (Español, 2016). Las características físicas de un ecosistema acuático son olor, color y turbidez, y las características químicas del agua son presión, temperatura, densidad y pH, estas propiedades son básicas para correlacionar los resultados obtenidos de los bioindicadores (Mafla, 2005).

### **5.3. Contaminación antropogénica de los ecosistemas acuáticos**

A nivel mundial se conoce la importancia ecológica que tienen los ecosistemas, existe diversos estudios relacionados, sin embargo, diversas investigaciones demuestran que las descargas urbanas provocan mucha contaminación al ecosistema (Murqueta, 2014). Es notorio que la flora y fauna no expulsan líquidos en cantidades notorias que pueden afectar al hábitat, los residuos sólidos, agropecuarios, domésticos, industriales generan fuertes perturbaciones (Lozano, 2019). La contaminación causada por actividades de los seres humanos puede ser directas o indirectas, en cualquier de los dos casos provoca alteraciones negativas al ecosistema (Vimos, 2017).

### **5.4. Índices de calidad ambiental**

#### **5.4.1. Índice de hábitat fluvial**

Este índice toma en cuenta el cauce del río como su hidrología, es sencillo y rápido de aplicar para llegar a ver la calidad del hábitat fluvial oscilando valores de 0 a 100, es muy utilizado por ser robusto y fiable para análisis posteriores. (Galarza et al., 2021)

Para analizar ecosistemas amazónicos se lo ha adaptado de la siguiente manera IHF-Am tomando en cuenta la hoja de registro para ríos amazónicos (Encalada et al., 2019).

**Tabla 7. Rango del índice IHF**

<b>Calidad</b>	<b>Valor</b>
Mala	1-25
Regular	26-50
Buena	51-75
Excelente	76-100

**Fuente:** Adaptado de Encalada et al., (2019)

#### **5.4.2. Índice de calidad de vegetación de ribera**

El índice de calidad de vegetación de ribera es netamente cualitativo permite dar seguimiento a posibles perturbaciones en la ribera del río mediante una hoja de registro que está adaptada para la Amazonía, está basado en indicadores evidentes y sencillos de medir, sus valores oscilan 0 a 100. (Quevedo et al., 2021)





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

**Tabla 8. Rango del índice QBR**

<b>Calidad</b>	<b>Valor</b>
Mala	0-25
Regular	26-50
Buena	51-75
Excelente	76-100

**Fuente:** Adaptado de Encalada et al., (2019)

**5.4.3. Índice de presiones antropogénicas al ecosistema fluvial**

Las presiones antropogénicas son provocadas por los seres humanos de manera directa o indirecta afectando a la dinámica de un ecosistema fluvial, mediante la aplicación de este índice se puede llegar a medir el grado de presión que existe, haciendo un análisis cualitativo del ecosistema, se utiliza una hoja de registro la cual está adaptada para ecosistemas amazónicos. (Encalada et al., 2019)

**Tabla 9. Rango del índice IPA**

<b>Presión</b>	<b>Valor</b>
Baja	0-17
Media	18-35
Fuerte	36-53
Muy fuerte	>54

**Fuente:** Adaptado de Encalada et al., (2019)

**5.4.4. Índice biótico AAMBI**

El índice AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index) adecuado de otros índices diseñados para ecosistemas similares a andinos amazónicos (Acosta et al., 2009; Ríos-Touma et al., 2014 y del BMWP 116 Roldán, 2016). Siendo un método práctico para medir el estado ecológico de ecosistemas acuáticos mediante macroinvertebrados (Damanik-Ambarita et al., 2016). La ventaja del AAMBI es que solo requiere saber hasta nivel de familia, sus resultados son cualitativos, nos permiten medir presencia y ausencia (Yépez Rosado et al., 2017).

**Tabla 10. Puntuación de macroinvertebrados del índice biótico AAMBI**

<b>Macroinvertebrados</b>	<b>P. AAMBI</b>
Ephemeroptera: Leptophlebiidae, Oligoneuriidae Diptera: Athericidae, Blephariceridae Odonata: Polythoridae Plecoptera: Perlidae, Gripopterygidae	10
Trichoptera: Anomalopsychidae, Atriplectididae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Odontoceridae.	9
Ephemeroptera: Euthyplociidae Megaloptera: Corydalidae	9



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

Decapoda: Palaemonidae, Pseudothelphusidae Ephemeroptera: Polymitarcyidae Hemiptera: Pleidae Odonata: Calopterygidae, Gomphidae Trichoptera: Hydrobiosidae, Leptoceridae, Philopotamidae, Polycentropididae, Xiphocentropididae	8
Ephemeroptera: Leptohephidae Trichoptera: Glossosomatidae, Limnephilidae	7
Amphipoda: Hyalellidae Decapoda: Atyidae, Trichodactylidae Ephemeroptera: Ephemeridae Odonata: Aeshnidae, Coenagrionidae, Libellulidae, Megapodagrionidae Trichoptera: Hydroptilidae	6
Coleoptera: Elmidae, Lampyridae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Scirtidae. Diptera: Simuliidae, Tipulidae Turbellaria. Hemiptera: Corixidae, Gelastocoridae, Gerridae, Mesoveliidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Veliidae Trichoptera: Hydropsychidae	5
Acari Bivalvia: Unionidae Blattodea: Blaberidae Chromadorea Coleoptera: Noteridae Diptera: Ceratopogonidae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae, Limoniidae, Stratiomyidae, Tabanidae Ephemeroptera: Baetidae Gastropoda: Ampullariidae, Ancyliidae Hemiptera: Belostomatidae, Hydrometridae Lepidoptera: Crambidae Unionida: Unionidae	4
Basommatophora: Lymnaeidae Bivalvia: Sphaeriidae Coleoptera: Gyrinidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Staphylinidae Diptera: Psychodidae Gastropoda: Physidae, Lymnaeidae, Planorbidae, Cochliopidae Hirudinea Ostracoda	3
Oligochaeta Diptera: Chironomidae, Culicidae, Muscidae	2
Gordioidea Diptera: Syrphidae	1

**Fuente:** Adaptado de Encalada et al., (2019)

**Tabla 11. Rango del índice AAMBI**

Características	Valor
Estado ecológico excelente	>121
Estado ecológico muy bueno	90-120
Estado ecológico bueno	50-89
Estado ecológico regular	36-49
Estado ecológico malo	< 35

**Fuente:** Adaptado de Encalada et al., (2019)





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

---

**5.4.5. Índices biológicos**

*5.4.5.1. Puntuación promedio por taxa (ASPT)*

El índice ASPT se utiliza para evaluar la calidad del agua frente a posibles perturbaciones, este índice es valioso aplicarlo cuando existe diversidad en el ecosistema (Ayala et al., 2019). Se calcula mediante la división del valor total del índice AAMBI por el número de familias presentes, se relaciona al índice principal que evalúa el estado ecológico mediante macroinvertebrados, ayuda a que la medida sea más precisa del estado del sitio que se evalúe. (Liñero et al., 2016)

**Tabla 12. Rango del índice ASPT**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Muy buena	>9-10
Buena	>8-9
Aceptable	>6,5-8
Dudosa	>4,5-6,5
Crítica	>3-4,5
Muy crítica	1-3

**Fuente:** Adaptado de Arango et al., (2008)

*5.4.5.2. Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera (EPT)*

El índice EPT está compuesto por los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, se lo utiliza por su alto grado de sensibilidad a la contaminación orgánica e inorgánica (Vimos, 2017). Mediante el cálculo del índice se evidencia la calidad ecológica del agua que tiene el ecosistema, se calcula dividiendo el total de abundancia del EPT por el número total de especímenes encontrados en el ecosistema y se multiplica por cien, los puntajes obtenidos más altos quieren decir que el agua está bien oxigenada y exenta de contaminación. (Buenaño et al., 2018; Endara, 2012)

El orden Ephemeroptera tiene un alto grado de tolerancia a las perturbaciones, el orden Trichoptera tolera perturbaciones a nivel moderado y el orden Plecoptera no soporta ningún tipo de perturbación (Buenaño et al., 2018).

**Tabla 13. Rango del índice EPT (%)**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Muy buena	75 - 100
Buena	50 - 75
Regular	25 - 50
Mala	0 - 25

**Fuente:** Adaptado de Buenaño et al., (2018)



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

---

5.4.5.3. *Índice de diversidad de Shannon Weaver ( $H'$ )*

Los índices de diversidad se enfocan en la riqueza y abundancia de especies de esta manera se establecen las perturbaciones existentes en los ecosistemas lóticos (Pillasagua, 2018). Estos índices se reflejan mediante datos cuantitativos del estado ecológico actual de los ecosistemas y también proporcionan la variedad faunística presente, caracterizando la especie en base a su taxonomía (Franco, 2017). Es de gran importancia medir la diversidad existente en los ecosistemas, se puede cuantificar mediante Shannon Weaver (Yépez Rosado et al., 2017).

El puntaje adquirido nos indica el grado de adaptación que tienen los macroinvertebrados acuáticos en las aguas perturbadas o no y los niveles del estado ecológico del agua en base a las familias de macroinvertebrados acuáticos (Liñero et al., 2016).

**Tabla 14. Rango del índice  $H'$**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Diversidad baja	0 – 1,35
Diversidad media	1,36 – 3,0
Diversidad alta	>3,0

**Fuente:** Adaptado de Mora et al., (2017)

**5.5. Parámetros fisicoquímicos**

Los parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad de agua son utilizados para contrastar los resultados de índices biológicos ya que dan una información extensa de las propiedades físicas y químicas que se encuentren en el ecosistema, los índices biológicos generan información parecida pero no da a conocer el/los contaminante/s que causa la perturbación en el ecosistema. (Murqueta, 2014; Samboni et al., 2010)

Los parámetros fisicoquímicos se pueden analizar de forma insitu o exsitu siguiendo protocolos de seguridad para permitir que la muestra sea adulterada por un mal manejo de bioseguridad, los resultados que se obtienen deben ser contrastados con las normas vigentes del lugar donde se encuentre el ecosistema analizado. (Ayala et al., 2019)

Según Dunnette (1979) establece que los parámetros fisicoquímicos se deben agrupar en cinco categorías; nivel químico (pH, oxígeno disuelto, demanda química y bioquímica de oxígeno), eutrofización (nitritos, nitratos y ortofosfatos), aspectos biológicos (coliformes totales y fecales) y características físicas (temperatura, transparencia y sólidos totales).



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

**5.6. Diseño de análisis mediante Past 3.17**

Permite medir la semejanza que existe entre dos variables, puede ser positiva o negativa su correlación, es decir, que la asociación va a hacer lineal, utilizando valores ordenados comparando los rangos que tengan, puede reflejar que no existe una asociación entre los parámetros analizados, obteniendo pruebas estadísticas se puede usar para crear intervalos de confianza y a su vez observar su significancia. (Hammer et al., 2001; Winter et al., 2016)

**Anexo 2. Preguntas para el IHF-Am**

Apartado	Criterios	P E		
		M	S.C	L.V
<b>1</b>	<b>Relación río — orilla – bosque</b>			
	Canal profundo con evidencia de inundación en las orillas, el bosque y el río principal	10		
	Canal superficial con menor evidencia de inundación de las orillas y al bosque	5	x	
	Canal superficial con poca evidencia de inundación de las orillas	2,5		x
	Canal superficial sin inundación	0		
<b>2</b>	<b>Frecuencia de meandros (curvas del río)</b>			
	Alta frecuencia de meandros	10		
	Mediana frecuencia de meandros	8	x	
	Baja frecuencia meandros	6		x
	Muy baja frecuencia de meandros	4		
	Solo canal recto	2		
<b>3</b>	<b>Composición de sustrato</b>			
	2 categorías de sustrato: limo (arcilla) y cualquiera de las otras (arena, grava, canto, piedras y bloques)	10	x	x
	Solo limo o arcilla (o solo arena)	8		
<b>4</b>	<b>Regímenes de velocidad profundidad</b>			
	4 categorías de hábitat: lento-profundo, lento-superficial, mayor velocidad profundo, mayor velocidad superficial	10		
	3 de 4 categorías de hábitat	8		
	2 de 4 categorías de habitar	6	x	x
	1 de 4 categorías de hábitat	4		
<b>5</b>	<b>Porcentaje de sombra en el cauce</b>			
	Sombreado con ventanas	20	x	x
	Totalmente en sombra	16		
	Grandes claros	8		
	Expuesto	2		
<b>6</b>	<b>Elementos de Heterogeneidad</b>			
	Mayor a 10% o Menor a 90%	5	x	x
	Hojarasca			
	Menor a 10% o Mayor 2.90%	2		



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

### Trabajo de Integración Curricular

Presencia de troncos y ramas	Mayor a 10% o Menor a 90%	5	x	x
	Menor a 10% o Mayor a 2.90%	2		
Raíces expuestas	Mayor a 10% o Menor a 90%	5		
	Menor a 10% o Mayor a 90%	2	x	x
Diques naturales	Muchos	5		
	Pocos	2	x	x
<b>7</b>	<b>Cobertura de vegetación acuática</b>			
Algas filamentosas flotantes	Entre 0 y 10%	5	x	
	Mayor que 10%	1		x
Perifiton (algas y otros microorganismos adheridos a la roca)	Entre 0 y 10%	5	x	
	Mayor que 10%	1		x
Musgos y líquenes en las rocas	Entre 0 a 10%	5		
	Mayor a 10%	1	x	x
Helechos y otras plantas acuáticas en el borde del río	Entre 0 a 10%	1		
	Mayor a 10%	5	x	x
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>79</b>	<b>66,5</b>

**Nota:** San Carlos (S.C), Luz y Vida (L.V), Puntaje (P), Estaciones (E), Máximo (M)

### Anexo 3. Preguntas para el QBR-Am

Apartado	Criterios	Puntuación	Estación	
			S.C	L.V
<b>1</b>	<b>Nivel de cubierta de la zona de ribera (0-20m)</b>	Máxima		
	Mas del 80% de cubierta vegetal en la zona de ribera	20		
	De 50% al 80% de cubierta vegetal en la zona de ribera	15		
	De 10% al 50% de cubierta vegetal en la zona de ribera	10	10	10
	Menos del 10% de cubierta vegetal en la zona de ribera	5		
<b>2</b>	<b>Nivel de cubierta de la zona de recarga (20-100m)</b>			
	Mas del 80% de cubierta vegetal en la zona de recarga	10		
	De 50% al 80% de cubierta vegetal en la zona de recarga	5	5	
	De 10% al 50% de cubierta vegetal en la zona de recarga	2,5		2.5
	Menos del 10% de cubierta vegetal en la zona de recarga	1		
<b>3</b>	<b>Estructura de la cubierta de la zona de ribera (0-10m)</b>			
	Cobertura de árboles superior al 70%, arbusto 20% y otra vegetación 10%	20		
	Cobertura de árboles entre el 30-60%, con otra vegetación de bosque secundario	15		
	Cobertura arboles entre 10-30%, con otra vegetación de bosque secundario	15	15	
	Cobertura de árboles menor al 10%, con otra vegetación de bosque secundario	10		10
	Solo arbusto y vegetación secundaria	5		
	Solo hierbas y vegetación rastrera	2		



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

### Trabajo de Integración Curricular

	Solo suelo descubierto	0		
<b>4</b>	<b>Estructura de la cubierta de la zona de recarga (10-50m)</b>			
	Cobertura de árboles superior al 70%, arbustos 20% y otra vegetación 10%	10		
	Cobertura de árboles entre el 30-60%, con otra vegetación de bosque secundario	10	10	
	Cobertura árboles entre 10-30%, con otra vegetación de bosque secundario y monocultivos	8		8
	Cobertura de árboles menor al 10%, con otra vegetación de bosque secundario y monocultivos	5		
	Solo arbustos, vegetación secundaria y monocultivos	2		
	Solo hierbas, vegetación rastrera y monocultivos	1		
	Solo suelo descubierto	0		
<b>5</b>	<b>Presencia de especies de árboles exóticos introducidas en zona de ribera y de recarga</b>			
	Ausencia de especies exóticas (Eucaliptos, bambú y otra vegetación)	20	20	20
	Mayor al 10% de especies exóticas (Eucaliptos, pinos y otra vegetación)	15		
	Mayor al 10-50% de especies exóticas (Eucaliptos, pinos y otra vegetación)	10		
	Más del 50% de especies exóticas (Eucaliptos, pinos y otra vegetación)	5		
<b>6</b>	<b>Grado de naturalidad del canal fluvial</b>			
	El canal del río no ha sido modificado	10		
	Modificaciones de las terrazas (y orillas) adyacentes al lecho del río con reducción del canal	8	8	8
	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5		
	Río canalizado en la totalidad del tramo	1		
<b>7</b>	<b>Modificaciones del canal río arriba (hasta 1 km río arriba)</b>			
	No existen modificaciones o construcción del canal del río o en la zona de la orilla	10		
	Modificaciones de terrazas por construcción en las orillas	8		
	Puente de camino vecinal o carretera	5	5	5
	Represa, dique de construcción o bocatoma del río	1		
	<b>Suma total</b>	<b>100</b>	<b>73</b>	<b>63,5</b>

**Nota:** San Carlos (S.C), Luz y Vida (L.V)



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

---

**Anexo 4. Preguntas para el IPA-Am**

<b>Presión antropogénica</b> <b>Presiones puntuales</b>	<b>Magnitud de la presión</b>				<b>Valor</b>	
	<b>N (0)</b>	<b>B (1)</b>	<b>M (2,5)</b>	<b>A (5)</b>	<b>S.C</b>	<b>L.V</b>
1. Vertidos industriales					0	0
2. Vertidos de aguas servidas					1	1
3. Extracción de agua, bocatomas					0	1
4. Vertidos de piscícolas					1	1
5. Minería puntual en el lecho del río					0	0
6. Basura en el lecho del río					1	2,5
<b>Presiones difusas</b>						
7. Agricultura					0	2,5
8. Ganadería					1	2,5
9. Minería en la cuenca hidrográfica					0	0
10. Caminos vecinales					1	5
11. Carreteras grandes					1	2,5
12. Plantas exóticas en la cuenca del río					0	0
<b>Otro tipo de presiones</b>						
13. Especies introducidas exóticas en el ecosistema fluvial					0	0
14. Infraestructura, canales de riego					0	0
<b>Total</b>					<b>6</b>	<b>18</b>

**Nota:** San Carlos (S.C), Luz y Vida (L.V), Ninguna (N), Buena (B), M (Media), Alta (A)



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

**Anexo 5. Resultados del índice AAMBI en los puntos de muestreo**

Flia. Macroinvertebrados	San Carlos						Luz y Vida					
	S			LI			S			LI		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Palaemonidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Pseudothelphusidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Calopterygidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Libellulidae	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Gomphidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Perlidae	10	10	10	*	10	10	10	10	10	10	*	10
Naucoridae	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Gerridae	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Baetidae	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Euthyplociidae	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Leptophlebiidae	10	10	10	*	10	10	10	10	10	*	10	10
Psephenidae	5	5	5	*	5	5	5	5	5	*	*	*
Elmidae	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ptilodactylidae	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Blaberidae	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Lymnaeidae	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Unionidae	4	4	4	*	*	*	4	4	4	4	*	4
Total AAMBI	107	107	107	78	103	103	107	107	107	92	88	102
Interpretación	M. buena	M. buena	M. buena	Buena	M. buena	M. buena	M. buena	M. buena	M. buena	M. buena	Buena	M. buena

**Nota:** Seco (S), Lluvioso (LI)

**Anexo 6. Resultados del índice EPT (%) en los puntos de muestreo**

Estación	Periodo	P. muestreo	EPT	Calidad biológica
San Carlos	Seco	P1	29,72	Regular
		P2	35,44	Regular
		P3	32,38	Regular
	Lluvioso	P4	25	Regular
		P5	30,77	Regular
		P6	27,59	Regular
Luz y Vida	Seco	P1	20,21	Mala
		P2	36,97	Regular
		P3	21,35	Mala
	Lluvioso	P4	18,92	Mala
		P5	15,28	Mala
		P6	18,31	Mala



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

**Anexo 7. Resultados del índice ASPT en los puntos de muestreo**

Estación	Periodo	P. muestreo	ASPT	Riqueza/Diversidad
San Carlos	Seco	P1	6,29	Dudosa
		P2	6,29	Dudosa
		P3	6,29	Dudosa
	Lluvioso	P4	6,00	Dudosa
		P5	6,44	Dudosa
		P6	6,44	Dudosa
Luz y Vida	Seco	P1	6,29	Dudosa
		P2	6,29	Dudosa
		P3	6,29	Dudosa
	Lluvioso	P4	6,13	Dudosa
		P5	6,29	Dudosa
		P6	6,38	Dudosa

**Anexo 8. Resultados del índice Shannon Weaver en los puntos de muestreo**

Flia. Macroinvertebrados	San Carlos						Luz y Vida					
	S			LI			S			LI		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Palaemonidae	0,19	0,21	0,20	0,17	0,16	0,17	0,21	0,20	0,21	0,19	0,22	0,20
Pseudothelphusidae	0,20	0,14	0,16	0,19	0,11	0,15	0,23	0,22	0,23	0,17	0,22	0,20
Calopterygidae	0,10	0,13	0,11	0,08	0,11	0,11	0,15	0,15	0,15	0,09	0,13	0,10
Libellulidae	0,12	0,14	0,13	0,13	0,20	0,17	0,08	0,11	0,10	0,12	0,13	0,13
Gomphidae	0,15	0,08	0,12	0,15	0,14	0,15	0,16	0,15	0,15	0,19	0,18	0,18
Perlidae	0,13	0,21	0,18	0,21	0,22	0,20	0,09	0,13	0,11	0,17	0,13	0,16
Naucoridae	0,17	0,09	0,13	0,22	0,14	0,19	0,14	0,07	0,11	0,09	0,13	0,10
Gerridae	0,29	0,27	0,28	0,29	0,33	0,31	0,31	0,31	0,31	0,36	0,34	0,35
Baetidae	0,19	0,21	0,20	0,24	0,29	0,26	0,21	0,17	0,19	0,21	0,18	0,20
Euthyplociidae	0,22	0,18	0,20	0,25	0,22	0,23	0,19	0,22	0,20	0,19	0,18	0,18
Leptophlebiidae	0,22	0,24	0,23	0,11	0,18	0,15	0,06	0,15	0,10	0,09	0,10	0,10
Psephenidae	0,03	0,06	0,04	0,00	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00
Elmidae	0,20	0,18	0,20	0,19	0,08	0,15	0,18	0,16	0,17	0,15	0,22	0,18
Ptilodactylidae	0,14	0,17	0,15	0,11	0,08	0,11	0,14	0,17	0,15	0,15	0,10	0,13
Blaberidae	0,06	0,09	0,08	0,05	0,05	0,05	0,11	0,15	0,13	0,15	0,18	0,16
Lymnaeidae	0,18	0,21	0,20	0,13	0,08	0,11	0,21	0,16	0,19	0,05	0,06	0,06
Unionidae	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,09	0,07	0,05	0,00	0,06
Total	2,64	2,65	2,67	2,54	2,45	2,56	2,61	2,65	2,64	2,46	2,48	2,48
Interpretación	Diversidad media de forma general en todos los puntos											

**Nota:** Seco (S), Lluvioso (LI)