

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**

**CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO AMOJÚ CON RELACIÓN A  
LA DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS  
BENTÓNICOS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
FORESTAL Y AMBIENTAL**

**Autoras: Bach. Ingrid Silvana Tapia Flores**

**Bach. Milagros Del Rosario García Chuquihuanga**

**Asesor: Dr. José Luis Marcelo Peña**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Conservación, Manejo y Aprovechamiento de los Recursos Naturales**

**JAEN - PERÚ,**

**2025**

# Ingrid S. Tapia Flores; Milagros D. García Chuquihu...

## CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO AMOJÚ CON RELACIÓN A LA DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COM...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trn:oid::1:3226134106

102 Páginas

Fecha de entrega  
23 abr 2025, 9:56 a.m. GMT-5

12.267 Palabras

Fecha de descarga  
23 abr 2025, 10:03 a.m. GMT-5

69.943 Caracteres

Nombre de archivo  
A\_LA\_DIVERSIDAD\_DE\_MIB\_COMO\_IN\_-\_INGRID\_SILVANA\_TAPIA\_FLORES.pdf

Tamaño de archivo  
10.3 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN  
  
*Dr. Alexander Huamán Mera*  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

## 5% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

### Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 15 words)

### Top Sources

- 5% Internet sources
- 1% Publications
- 3% Submitted works (Student Papers)

### Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
  
**Dr. Alexander Huamán Mera**  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 30 de Abril del año 2025, siendo las 11:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado evaluador de manera presencial, en la sala de docentes de la escuela de Ingeniería Forestal y Ambiental.

**Presidente:** Mg. Noly Cristóbal Vílchez Parra

**Secretario:** Dr. Luis Arturo Gil Ramírez

**Vocal:** Mg. Annick Estefany Huacha Castillo, para evaluar la sustentación del:

- (  ) Informe final de tesis  
(  ) Proyecto de tesis  
(  ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

**“CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO AMOJÚ CON RELACIÓN A LA DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS”** presentado por las bachilleres **Ingrid Silvana Tapia Flores** y **Milagros Del Rosario García Chuquihuanga** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(  ) Aprobar (  ) Desaprobar (  ) Unanimidad (  ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |   |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( <input type="checkbox"/> )            |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <input type="checkbox"/> )            |
| d) Regular     | 13         | ( <input type="checkbox"/> )            |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( <input type="checkbox"/> )            |

Siendo las 12:20 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 30 de Abril del año 2025

  
Mg. Noly Cristóbal Vílchez Parra  
Presidente

  
Dr. Luis Arturo Gil Ramírez  
Secretario

  
Mg. Annick Estefany Huacha Castillo  
Vocal

**"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"**

**ANEXO N°06:**

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO  
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Nosotras, Ingrid Silvana Tapla Flores y Milagros Del Rosario García Chuquihuanga, bachilleres de la carrera Profesional de ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, identificadas con DNI: 74206009 y DNI: 74169606.

Declaro bajo juramento que:

1. Somos Autoras del trabajo titulado:

**"CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO AMOJÚ CON RELACIÓN A LA DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS".**

Asesorado por José Luis Marcelo Peña.

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Forestal y Ambiental

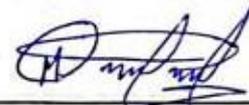
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 07, Julio y 2025.



Ingrid Silvana Tapla Flores  
DNI: 74206009



Milagros Del Rosario García Chuquihuanga  
DNI: 74169606

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
	2.1 Ubicación del área de estudio.....	5
	2.2 Materiales .....	7
	2.3 Población, muestra y muestreo .....	7
	2.4 Metodología .....	8
	2.4.1 Trabajo de campo .....	8
	2.4.2 Trabajo de laboratorio.....	12
	2.4.3 Trabajo de gabinete .....	18
	2.4.4 Procesamiento de datos .....	22
	2.4.5 Elaboración de catálogo de macroinvertebrados bentónicos .....	22
III.	RESULTADOS.....	23
	3.1 Resultado del muestreo biológico .....	23
	3.2 Resultado del muestreo fisicoquímico .....	31
	3.2.1 Muestreo in situ .....	31
	3.2.2 Muestreo ex situ.....	32
	3.3 Análisis de la vegetación ribereña .....	35
	3.4 Del catálogo de macroinvertebrados bentónicos del río Amojú .....	38
IV.	DISCUSIÓN.....	55
	4.1 Riqueza de especies, composición y diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el recorrido del río Amojú.....	55
	4.2 Influencia de la vegetación ribereña.....	59
	4.3 Parámetros fisicoquímicos .....	60
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
	5.1 Conclusiones .....	62
	5.2 Recomendaciones .....	63
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
	AGRADECIMIENTO .....	70
	DEDICATORIA .....	71
	ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 . Puntos de muestreo en el río Amojú .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 2 . Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados bentónicos (MiB) para la obtención del BMWP.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3 . Valorización de calidad de agua para la obtención del BMWP. ....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 4 . Composición taxonómica de MiB colectados en el río Amojú .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 5 . Densidad (N° ind/ 1 hora de esfuerzo) de los MiB en la época de estiaje, P: Punto de muestreo .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 6 . Densidad (N° ind/ 1 hora de esfuerzo) de los MiB en la época de lluvia, P: Punto de muestreo .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 7 . Valores de los índices obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados bentónicos, en temporada de estiaje.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 8 . Valores de los índices obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados bentónicos, en temporada de lluvia.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 9 . Promedios por puntos de monitoreo para el índice BMWP, P: Punto de muestreo ..</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 10 . Resultados de la variable profundidad. ....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 11 . Resultados del muestreo fisicoquímico en la temporada de estiaje del río Amojú, P: Punto de muestreo .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 12 .Resultados del muestreo fisicoquímico en la temporada de lluvia del río Amojú, P: Punto de muestreo .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 13 . Resultados de la vegetación ribereña por punto de muestreo .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 14 . Índice BMWP por puntos de muestreo de MiB en temporada de estiaje. ....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 15 . Índice BMWP por puntos de muestro de MiB en temporada de lluvia.....</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Puntos de muestreo</i> .....	6
<i>Figura 2. Recolección de MiB con ayuda de la Red Surber</i> .....	9
<i>Figura 3. Colecta y medición de los parámetros físico-químicos.</i> .....	11
<i>Figura 4. Colecta de macroinvertebrados Bentónicos en el río Amojú.</i> .....	14
<i>Figura 5. Colecta de vegetación ribereña en el río Amojú.</i> .....	17
<i>Figura 6. Abundancia relativa de las familias de MiB en las temporadas de estiaje y lluvia .</i> 24	
<i>Figura 7. Densidad de las familias de MiB más representativas en el río Amojú en las temporadas de estiaje y lluvia.</i> .....	27
<i>Figura 8. Análisis de agrupamiento basado en el Índice de similitud de Bray-Curtis. E: Punto en temporada de estiaje; L: Punto en temporada de lluvia</i> .....	29
<i>Figura 9. Resultados de los promedios por puntos de monitoreo para el índice BMWP</i> .....	30
<i>Figura 10. Valores de pH del río Amojú. P: Punto de muestreo</i> .....	33
<i>Figura 11. Valores de la temperatura en el río Amojú. Punto de muestreo</i> .....	33
<i>Figura 12. Valores de Conductividad Eléctrica (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>) del río Amojú. Punto de muestreo ...</i>	34
<i>Figura 13. Valores Oxígeno Disuelto (<math>\text{mg}/\text{L}</math>) del río Amojú. P: Punto de muestreo</i> .....	34
<i>Figura 14. Valores de la turbidez en el río Amojú. P: Punto de muestreo</i> .....	35
<i>Figura 15. Estación de muestreo en temporada de estiaje</i> .....	73
<i>Figura 16. Puntos de muestreo en temporada de lluvia</i> .....	74
<i>Figura 17. Materiales y equipos de campo</i> .....	75
<i>Figura 18. Conservación de MiB</i> .....	75
<i>Figura 19. Equipos de laboratorio.</i> .....	76
<i>Figura 20. Ficha de campo/laboratorio para parámetros fisicoquímicos ITEM1</i> .....	79

<b>Figura 21.</b> Ficha de campo/laboratorio para parámetros fisicoquímicos ITEM 2.....	80
<b>Figura 22.</b> Ficha de campo/laboratorio para parámetros fisicoquímicos ITEM 3.....	81
<b>Figura 23.</b> Material vegetativo. ( <i>Ochroma pyramidale</i> ) .....	82
<b>Figura 24.</b> Material vegetativo: ( <i>Tessaria integrifolia</i> ) .....	83
<b>Figura 25.</b> Material vegetativo: ( <i>Trema micrantha</i> ) .....	84
<b>Figura 26.</b> Material vegetativo: ( <i>Phenax sp</i> ).....	85
<b>Figura 27.</b> Material vegetativo: ( <i>Persea caerulea</i> ) .....	86
<b>Figura 28.</b> Material vegetativo: ( <i>Muntingia Calabura</i> ) .....	87
<b>Figura 29.</b> Material vegetativo: ( <i>Senna sp</i> ) .....	88
<b>Figura 30.</b> Material vegetativo: ( <i>Vernonanthura sp</i> ) .....	89
<b>Figura 31.</b> Material vegetativo: ( <i>Inga sp</i> ) .....	90
<b>Figura 32.</b> Material vegetativo: ( <i>Cedrela sp</i> ).....	91
<b>Figura 33.</b> Material vegetativo: ( <i>Monactis sp</i> ).....	92
<b>Figura 34.</b> Material vegetativo: ( <i>Piper sp</i> ).....	93
<b>Figura 35.</b> Documentación de acreditación de macroinvertebrados .....	94

## RESUMEN

El uso de bioindicadores es una herramienta que permite determinar la salud ecológica actual de un sistema fluvial y monitorear sus cambios a lo largo del tiempo. La entomofauna acuática tiene importancia relevante para la valoración de estos ecosistemas ya que son buenos indicadores biológicos de la calidad del agua. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del río Amojú usando como bioindicadores a los macroinvertebrados bentónicos (MiB), además de la ayuda de parámetros fisicoquímicos y evaluaciones a la vegetación ribereña, finalmente se elaboró un catálogo de identificación de MiB. El muestreo biológico arrojó un total de 746 MiB divididos en tres phylum, cuatro clases, 13 órdenes y 35 familias siendo los más representativos los chironomidos. De acuerdo al índice de BMWP la calidad acuática del río Amojú varía entre crítica (muy contaminadas) y aceptable (son evidentes algunos efectos de contaminación). Los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los ECAs a excepción del pH (6.9 – 8.8) y la turbidez (740.3 NTU). Así mismo la vegetación ribereña se ha visto afectada por la acción antropogénica en los últimos años lo que provocó que solo se pueda coleccionar especímenes en los puntos tres, siete y ocho.

**Palabras claves:** Entomofauna, macroinvertebrados, benthic, phylum, chironomidos.

## ABSTRACT

The use of bioindicators is a tool to determine the current ecological health of a river system and to monitor its changes over time. Aquatic entomofauna are of relevant importance for the valuation of these ecosystems since they are good biological indicators of water quality. The objective of this research was to evaluate the water quality of the Amojú River using benthic macroinvertebrates (MiB) as bioindicators, in addition to the help of physicochemical parameters and evaluations of riparian vegetation; finally, an identification catalog of MiB was elaborated. The biological sampling yielded a total of 746 MiB divided into three phylum, four classes, 13 orders and 35 families, the most representative being the chironomids. According to the BMWP index, the aquatic quality of the Amojú river varies between critical (very polluted) and acceptable (some pollution effects are evident). The physicochemical parameters were found within the AQS except for pH (6.9 - 8.8), dissolved oxygen (6.9 - 8.8 mg/L) and turbidity (740.3 NTU). Likewise, the riparian vegetation has been affected by anthropogenic action in recent years, which meant that specimens could only be collected at points three, seven and eight.

**Keywords:** insect fauna, macroinvertebrates, benthic, phylum, chironomidae.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la contaminación en las aguas, es motivo de preocupación por el crecimiento antropogénico, desarrollo de la actividad agrícola y expansión industrial, el aumento de la deforestación, los lixiviados de la materia orgánica, que alteran la composición física y química del agua (Villena, 2018). En consecuencia, los lagos, ríos, canales de agua se han contaminado por empresas industriales o por actividades de proceso natural. En los países en desarrollo, la actividad industrial en su mayor parte se vierte al agua sin ser procesada por algún tratamiento y contamina el recurso hídrico; en países industrializados se generan desechos peligrosos ocasionando el deterioro del agua, aire y suelo. No obstante, varios países están interesados en diseñar estrategias para tratar sus aguas residuales con el fin de evitar la contaminación de sus recursos hídricos y garantizar la calidad de agua (Jiménez, 2013).

Perú no es la excepción, puesto que cuenta con gran variedad de ríos, lagunas, quebradas que actualmente se encuentran contaminadas por la actividad humana ya sea por agua residuales domésticas, vertientes industriales, actividad minera o agrícola (Autoridad Nacional del Agua, 2012). Es así, que sumado a las medidas químicas para la evaluación del agua se ha complementado con evaluaciones biológicas, empleando organismos vivos como bioindicadores (Salcedo *et al.*, 2013). El uso de bioindicadores es una herramienta que permite determinar la salud ecológica actual de un sistema fluvial y monitorear sus cambios a lo largo del tiempo. Para este propósito se emplean seres vivos que, debido a su sensibilidad, pueden revelar la existencia de sustancias contaminantes o modificaciones que afectan al ecosistema de las aguas, algunos de los bioindicadores más utilizados son, algas, bacterioplancton, fitoplancton, perifiton, macrófitas, peces y macroinvertebrados (García *et al.*, 2017).

Los macroinvertebrados bentónicos (MiB) han sido importantes para la valoración de los ecosistemas fluviales ya que son buenos indicadores biológicos de la calidad del agua (Figueroa, 2003). Presentan ventajas en la evaluación y monitoreo de vertientes y su utilidad es de relevancia por la facilidad de muestreo, además que el costo económico es mínimo, así mismo, la naturaleza sedentaria y ciclos de desarrollo largos de los taxones, proporcionan una buena señal espacial para detectar cualquier tipo de alteración (Bonada, 2006; Bailey, 2003). Los índices más utilizados para la evaluación de calidad de agua empleando MiB como indicadores biológicos son el índice BMWP (Biological Moritoining working Party), ASPT (puntaje promedio de taxa), EPT (índice biótico ephemeroptera, plecoptera, trichoptera), QBR-And (índice de calidad de la vegetación de ribera andina) e índice biótico de familias (IBF).

En Chile se estudió la macrofauna bentónica en una cuenca empleando el índice biótico de familias (IBF) para la valoración de la calidad de las aguas. Los MiB fueron estudiados en 14 puntos distribuidos en el recorrido de la cuenca, se inventariaron un total de 77 taxas siendo los grupos más diversos Plecoptera (16 %), Trichoptera (16 %), Diptera (14 %) y Ephemeroptera (12 %). Los resultados propusieron que el IBF es un buen indicador de la calidad de las aguas de los ríos de cuencas agrícolas y ganaderas del sur de Chile (Figueroa *et al.*, 2003). Por otra parte, en Perú se realizó un estudio similar en la cuenca alta del río Huallaga, para dicho estudio se fijaron 12 puntos de muestreo y en cuanto a su evaluación, fue necesario evaluar en tiempo lluvioso y seca, trabajando con parámetros fisicoquímicos del agua, MiB y la calidad de la ribera, el índice empleado fue el índice QBR-And (índice de calidad de la vegetación de ribera andina). Como resultado, se evidenció que localizaron 30 taxas de MiB, siendo las familias baetidae, leptophlebiidae, hidropsychidae y chironomidae las más abundantes (Alomía *et al.*, 2017).

En Jaén, el río Amojú tiene importancia económica y ecológica para la ciudad, abasteciendo con el líquido elemental (ANA, 2020), pese a ello, en las últimas décadas se ha visto amenazado por el incremento de la población urbana, acompañada por una planificación inadecuada, que progresivamente ocupó áreas ribereñas destruyendo la vegetación circundante al río y ocasionando pérdida de la biodiversidad asociada a la vegetación ribereña (UNESCO, 2009), como por ejemplo, los MiB, peces, anfibios y aves provocando un incremento en el impacto de la calidad del agua.

La estructura y función de las comunidades de MiB tienen una estrecha relación con la vegetación ribereña, debido a los factores ambientales o la disponibilidad del hábitad (Pujarra *et al.*, 2017), consecuentemente está ligado con su alimentación, transporte y almacenamiento de energía, puesto que las comunidades están distribuidas a lo largo del río, estableciéndose en el sistema físico más conveniente. Usualmente desde la cabecera del río hasta la extensión corriente abajo, se puede denotar diferentes condiciones en el hábitad de estos organismos debido a la influencia de la vegetación ribereña, dado que reciben gran cantidad de hojarasca, desechos leñosos y contribuyen con afluencia de detritos vegetales y alóctonos que influyen directamente en su diversidad (Vannote *et al.*, 1980).

Los resultados de esta investigación servirán de base para revelar localidades con alta o baja contaminación según los valores del BMWP (tabla 9), así mismo, puede ser una herramienta para la gestión ambiental del curso de agua del río Amojú y ayudará a generar datos de referencia que ayuden hacer un estudio comparativo de cara al futuro. En este contexto se planteó el siguiente problema: ¿Cómo influye la calidad de agua en la diversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Amojú?

Esta investigación tuvo como objetivo general, Evaluar la calidad del agua de los ríos mediante el uso de MiB como indicadores biológicos. Para lograrlo se plantearon cuatro

objetivos específicos: (1) Evaluar la diversidad y composición de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el recorrido del río Amojú, (2) analizar la influencia de la vegetación ribereña en la diversidad de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y la calidad biológica del agua, (3) evaluar los parámetros físicos-químicos del agua (temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, profundidad, pH y turbidez); y (4) elaborar un catálogo ilustrado de macroinvertebrados bentónicos.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

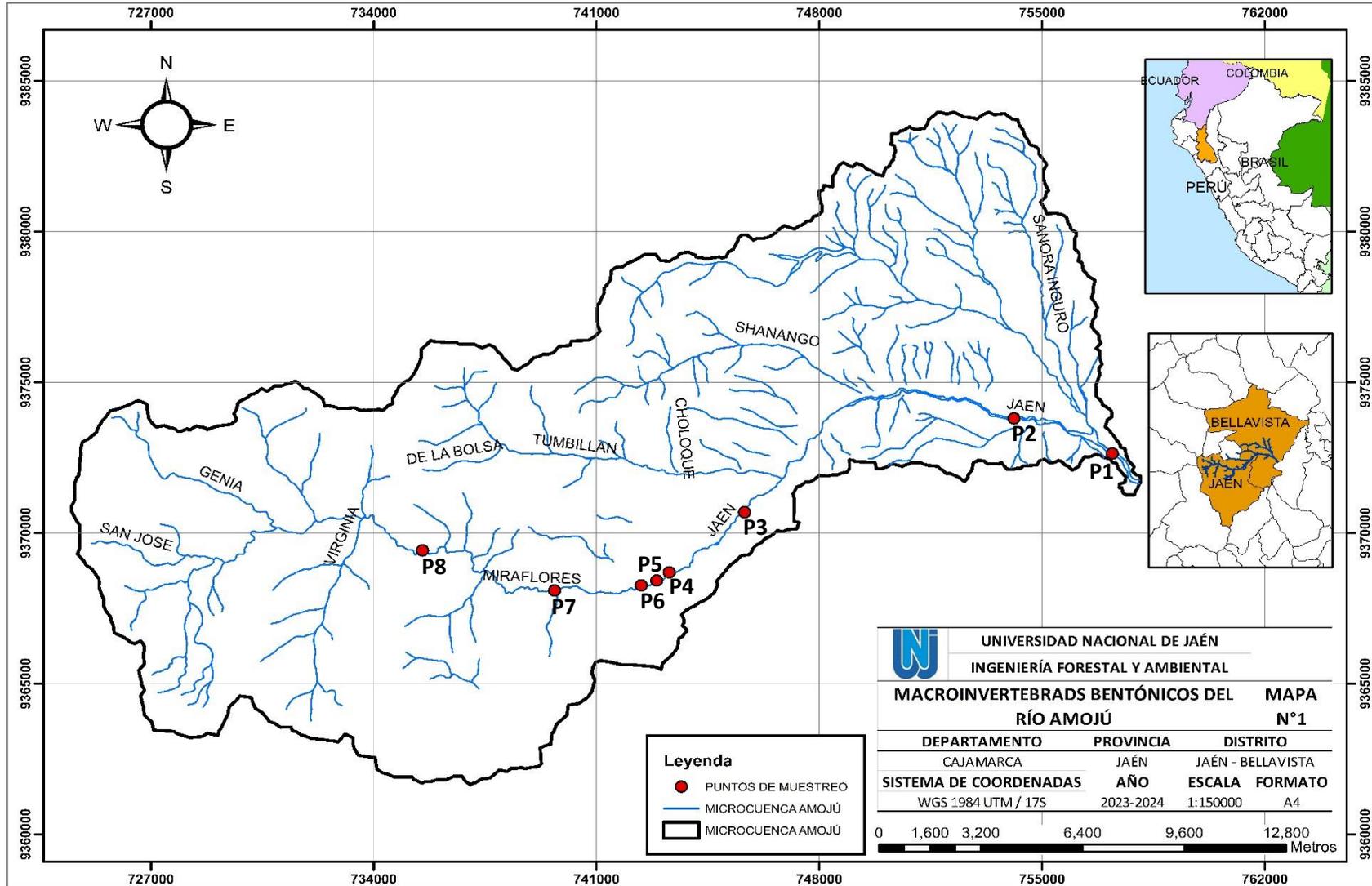
### 2.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en el río Amojú situado en la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca. Para llevar a cabo la evaluación se dividió la zona de estudio en ocho puntos de muestreo: (1) Puente “Pueblo Viejo” – Bellavista, (2) Carretera Santa Cruz – Bellavista, (3) Linderos (Estación de servicios san Martín), (4) Puente “Pakamuros” – Jaén, (5) Puente “Mesones Muro” – Jaén, (6) Puente “Orellana” – Jaén, (7) Puente “La Corona”; y (8) Bocatoma de la CH. La pelota.

*Tabla 1. Puntos de muestreo en el río Amojú*

Puntos de Muestreo	Referencia	Ubicación Geográfica (UTM)		Altura (m.s.n.m.)
		W	N	
P1	Puente “Pueblo Viejo” – Bellavista	0757205	9372605	421
P2	Carretera Santa Cruz – Bellavista	0753989	9373914	464
P3	Linderos (estación de servicios San Martín)	0745038	9370315	658
P4	Puente “Pakamuros” – Jaén	0743288	9368688	731
P5	Puente “Mesones Muro” – Jaén	0742894	9368416	740
P6	Puente “Orellana” – Jaén	0742408	9368257	746
P7	Puente “La Corona” – Jaén	0739686	9368084	865
P8	Bocatoma de la CH. La pelota	0735603	9369593	1190

Figura 1. Puntos de muestreo



## 2.2 Materiales

- **Materiales de oficina**

Laptop, memoria USB, libreta y lapicero

- **Materiales de campo**

Red surber adaptada, guantes quirúrgicos, mascarilla, botas de jebe, vasos de muestra, alcohol de 70°, baldes de cinco litros, bolsas ziploc hermética, paja rafia, cinta diamétrica, wincha de 30m, machete, tijeras pico de loro, tijeras telescópicas de podar, fichas de campo, pinza, cepillo de cerdas finas, gorro de campo, tablero de madera A4 y periódico.

- **Materiales de laboratorio**

Pipeta, agua destilada, pizeta, placa petri, vasos de precipitación, varilla de vidrio, porta objetos, silicona, papel aluminio, prensa de madera y cartulina folcote.

- **Equipos de campo**

GPS Garmin, cámara fotográfica (celular smartphone)

- **Equipos de laboratorio**

Multiparámetro portátil, medidor multiparámetro pH, turbidímetro, estufa, estereoscopio, microscopio y hervidora.

- **Programas**

ArcGIS, Photoshop CC 2024, Rstudio, Microsoft office 2019 y software de microscopía ZEN.

## 2.3 Población, muestra y muestreo

La población está compuesta por los cuerpos de agua del río Amojú donde se han realizado muestreos de MiB. La muestra estuvo constituida por los ocho puntos de muestreo que fueron instaladas en el 2002. Estos puntos representan sitios específicos que

han sido previamente evaluados en términos de diversidad de macroinvertebrados, lo que permite la comparación directa con los datos actuales de calidad de agua. El muestreo se distribuyó en ocho puntos establecidos en la ribera del río Amojú, que fueron seleccionadas para confrontar con los datos que fueron realizados en el estudio de “Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú” (Paredes *et al.*, 2004). Donde su punto de inicio fue en la Bocatoma C.H La Pelota, con una altitud de 1190 m.s.n.m. y el último punto de muestreo fue en Puente Pueblo viejo, situado a una altitud de 421 m.s.n.m.

## **2.4 Metodología**

### **2.4.1 Trabajo de campo**

#### **a. Recolección de macroinvertebrados bentónicos**

La recolección de los MiB en el río Amojú fue realizada en temporada de estiaje (octubre -noviembre), y solo se colectaron los MiB de los puntos dos al ocho, el P1, careció de agua y no fue posible evaluarla y en temporada de lluvia (enero - febrero), que cubrió los ocho puntos de muestreo.

Se empleó un diseño basado en la estratificación de dos sustratos para cada estación de muestreo. El primer sustrato fue arena, para ello se empleó una red surber de madera de 30 cm x 30 cm, la misma que se colocó en sentido contrario a la corriente del río con el cuadro de la red en la zona de arena, con ayuda de las manos se removió la arena dentro del cuadrado por un tiempo de tres minutos (Figura 2), de tal manera que la corriente arrastró a los MiB y estos quedaron atrapados en la red. En seguida, toda la muestra recolectada se colocó en una bolsa ziploc herméticamente

cerrada, para ser llevada al laboratorio para su identificación, fotografiado y conservación (Salcedo *et al.*, 2013).

**Figura 2.**Recolección de MiB con ayuda de la Red Surber



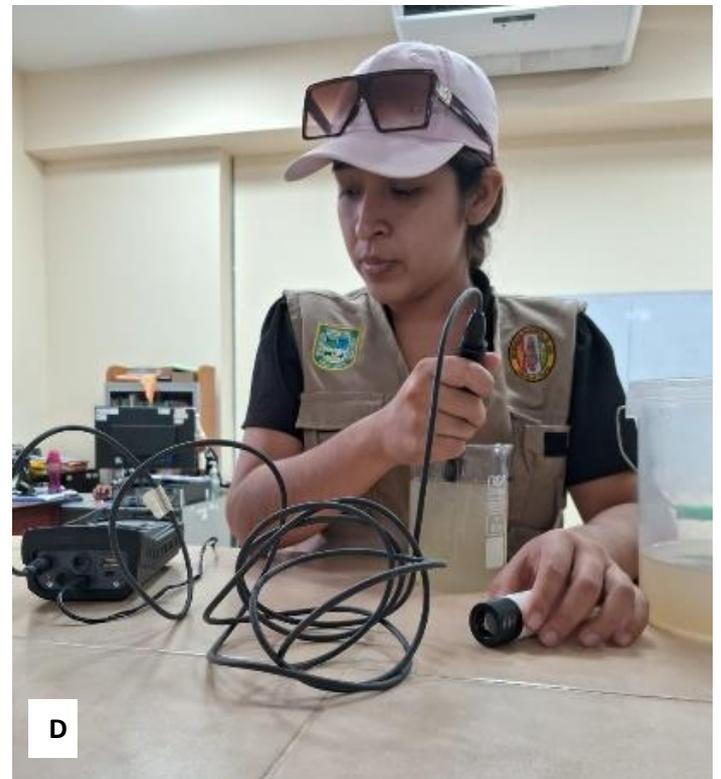
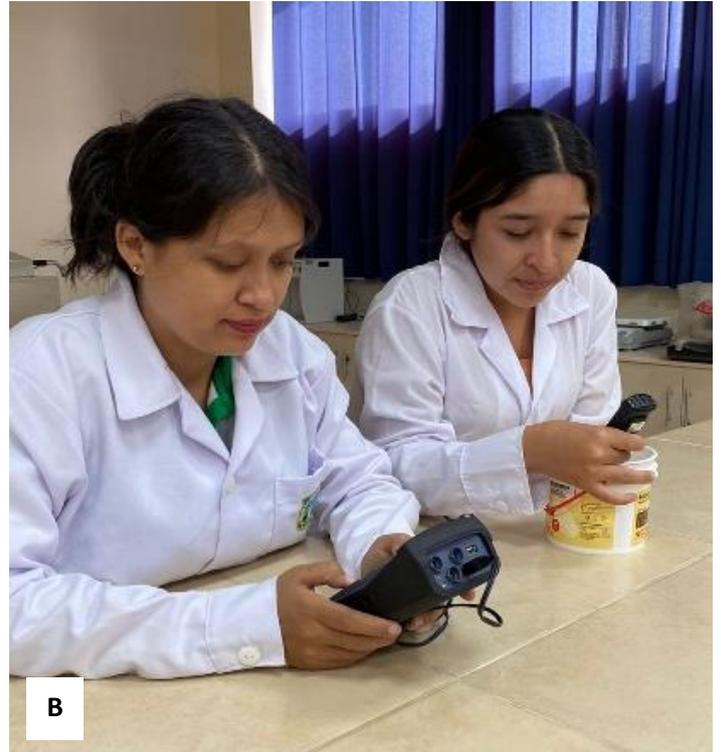
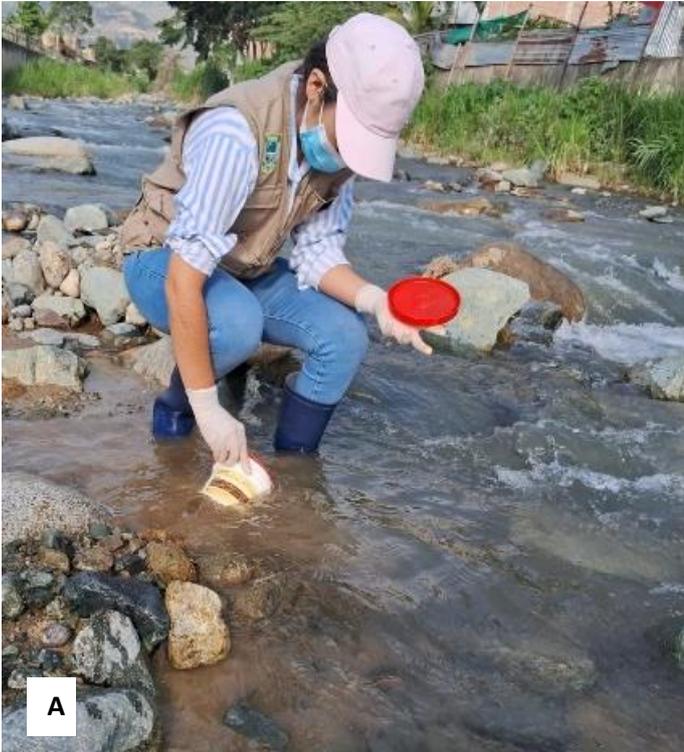
El segundo sustrato fue piedras y hojarasca pertenecientes al lecho del río, la colecta de los MiB se hizo en una hora de esfuerzo. Se extrajeron y lavaron las piedras que se encontraron en el área establecida, así mismo se revisó minuciosamente la hojarasca situada en el fondo y superficie del lecho. Para este propósito, fue necesario el uso de guantes quirúrgicos blancos para una fácil búsqueda de los macroinvertebrados y una pinza para capturar a los de mayor tamaño. Posteriormente se almacenaron las muestras colectadas en frascos de plásticos con agua destilada para luego ser transportadas al laboratorio (Salcedo *et al.*, 2013).

## **b. Muestreo de parámetros fisicoquímicos**

El desarrollo del muestreo fisicoquímico fue llevado a cabo en base a la metodología del “Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas” (Sereviche *et al.*, 2013).

Se tomaron en cuenta seis parámetros fisicoquímicos: La profundidad se evaluó *in situ* con una varilla de madera y una cinta métrica; para los parámetros de temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez y pH se realizó evaluación *ex situ*, siendo necesario el uso de baldes para transportar la muestra al laboratorio. Se usaron dos baldes para cada estación de muestreo y se recolectó la muestra directamente en cada estación (Figura 3). Antes de ser llenados se enjuagaron tres veces en el lecho del río y luego se sellaron herméticamente para su evaluación dentro de las seis horas, según el protocolo.

**Figura 3.** Colecta y medición de los parámetros físico-químicos. A, Colecta de la muestra de agua; B, Medición del pH con ayuda del pH-metro; Medición de la turbidez, Uso del multiparámetro para las variables restantes



### **c. Colecta de vegetación ribereña**

Se siguió el método de Rodríguez & Rojas (2002) y Marcelo-Peña *et al.* (2011) se procedió de la siguiente manera:

Inicialmente se instaló un transecto de 20m x 2m (40 m<sup>2</sup>) perpendicular al recorrido del río para los puntos de muestreo N°3; N°7 y N°8, que presentaron vegetación y fue posible hacer el inventario, posteriormente se evaluó cada planta leñosa  $\geq 2.5$  cm de DAP empleando tijeras de podar de mano para las plantas más bajas y tijeras telescópicas de podar para las que superaban los dos metros. Se optó por las ramas terminales y se priorizó las que contaban con flores y/o frutos. Luego, las muestras se colocaron en papel periódico, evitando que se traslapen entre ellas, exceptuando las hojas compuestas y/o grandes, se colocó un código y finalmente se roció alcohol de 70° para su conservación. En el laboratorio se realizó el secado e identificación de las muestras siguiendo la metodología.

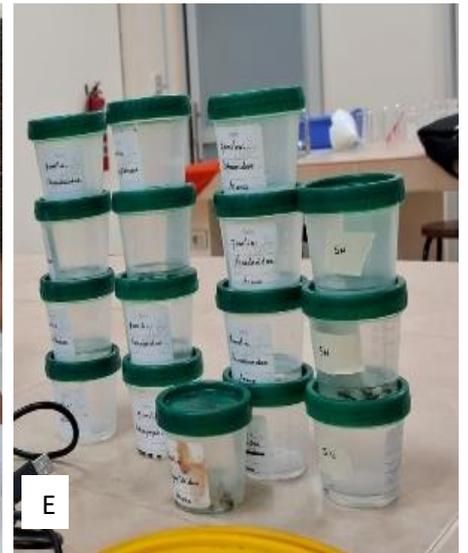
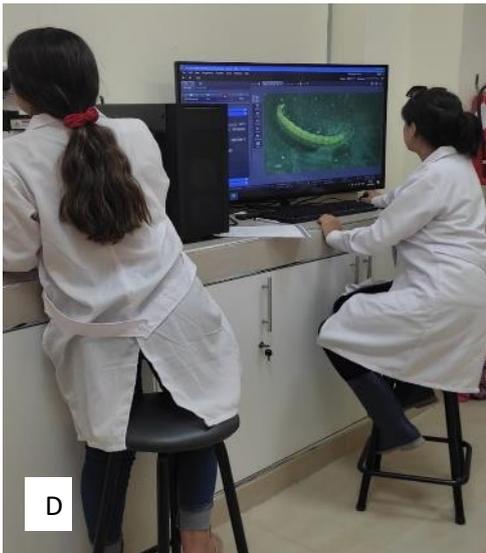
## **2.4.2 Trabajo de laboratorio**

### **a. Identificación de macroinvertebrados bentónicos**

Las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Biotecnología Genética y Biología Molecular de la Universidad Nacional de Jaén, donde se procedió a la identificación de cada MiB. Las muestras fueron colocadas en placas petri y agua destilada para facilitar la observación, estas fueron llevadas una a una al estereoscopio y se identificaron usando las claves taxonómicas de MiB de la “Guía de macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana” (Pérez *et al.*, 2016) y “Benthic Macroinvertebrates. Field Identification Guide” (McQuillan *et al.*, 2019)

Para su conservación se utilizó la metodología de Haglund & Sorg (2002), esta consta en preservar la muestra con el método Hot Water Kill - HWK, fijando el espécimen en agua caliente a aproximadamente 80°C. El procedimiento se realizó entre 30s y cinco min. Luego se llevó a conservación en frascos de muestra de 100 ml con alcohol de 70° (Figura 4).

**Figura 4.** Colecta de macroinvertebrados Bentónicos en el río Amojú. A; Colecta de MiB en arena; B, colecta de MiB en piedra y hojarasca; C, Separación de MiB del sustrato de arena, D, Identificación y fotografiado de MiB, E, Conservación de MiB por el método HWK; F, Codificado de las muestras por familia.



## **b. Muestreo fisicoquímico de las muestras de agua**

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén dentro de las seis horas como lo dicta la normativa (Sereviche *et al*, 2013). Inicialmente se evaluaron tres parámetros *ex situ*, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. Se usó un vaso de precipitación de 100ml previamente lavado con agua destilada al cual se le agregó la muestra de los puntos evaluados; se empleó el equipo multiparámetro portátil marca WTW Multi 3630 IDS, primero, al cual se calibraron los sensores con agua destilada y se midió cada uno de los tres parámetros. Los datos tomados fueron anotados en la ficha de laboratorio (Figura 20 y 21)

El siguiente parámetro a evaluar *ex situ* fue el pH, para ello se utilizó el pH-metro marca Hanna Instruments HI98130, debidamente calibrado. En otro vaso de precipitación de 100 ml se colocó la muestra de los puntos evaluados y se introdujo el pH-metro con el sensor hasta la mitad. La turbidez fue evaluada con el turbidímetro. Finalmente, se copiaron los datos obtenidos en la ficha de laboratorio.

## **c. Identificación de vegetación ribereña**

Con la metodología de Rodríguez & Rojas (2002) se trabajó con los siguientes pasos:

Se trasladaron las muestras al herbario “Isidoro Sánchez Vega” de la Universidad Nacional de Jaén; para el secado, se cambió el periódico que estaba completamente húmedo por hojas de periódico secas siempre nos aseguramos que al menos una hoja quede por el envés o el haz de las hojas. Así mismo, en la esquina derecha superior, volvió anotar el código de la colecta.

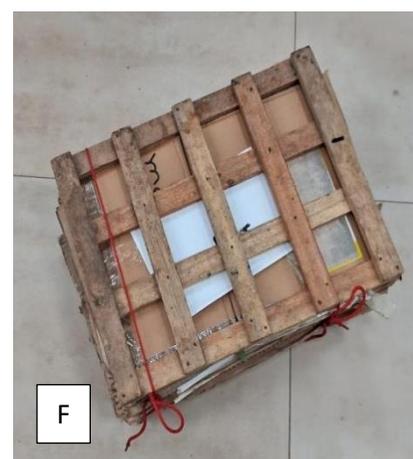
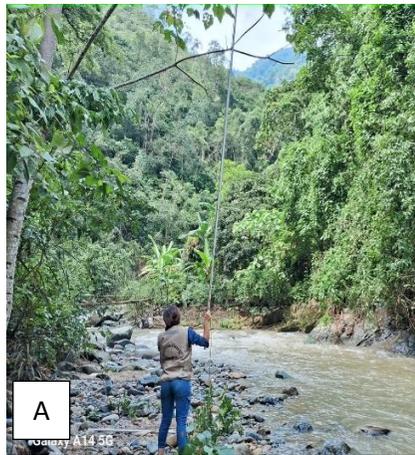
El siguiente paso a seguir fue el prensado, para ello se utilizó una prensa de madera que fue colocada en las esquinas, luego se dispuso una lámina de aluminio, enseguida el cartón corrugado y en el centro las muestras con el periódico. Por consiguiente, con la ayuda de una soga de yute se presionó, de manera que esté firme y amarrado de extremo a extremo.

Para el secado se transportaron las muestras al laboratorio de la escuela profesional de Ingeniería Forestal Y Ambiental, donde se puso la prensa a la estufa JSR durante 24 horas a 60°C. Pasado este lapso de tiempo se dejó enfriar por 12 horas para proseguir con el montaje.

El montaje se realizó con cartulina folcote N°12 de 42 x 30 cm, se seleccionaron los mejores especímenes y se montó cada uno en cada cartulina, se utilizó cola sintética y se procuró dejar un espacio en la esquina inferior derecha de la cartulina para los datos correspondientes (Figura 5)

Finalmente, la identificación de las plantas se llevó a cabo empleando guías, manuales y monografías que traten las especies registradas (Marcelo *et al.*, 2011).

**Figura 5.** Colecta de vegetación ribereña en el río Amojú, A; Colecta empleando tijeras telescópicas de podar; B, Colecta empleando tijera de mano de poda; C, Preparación de las muestras en periódicos; D, Traslado de las muestras; E, Cambio de periódico de las muestras; F, Prensado de muestras; G, Secado de las muestras; H, ticketación de las muestras de plantas.



### 2.4.3 Trabajo de gabinete

#### a. Caracterización de MiB

##### i. Índices de diversidad

##### Índice de Shannon-Wiener H'

Se procesaron los datos correspondientes a las familias encontradas en los puntos de muestreo expresando la uniformidad por número de individuos de cada una de ellas, lo que permitirá conocer cuán diversa es una comunidad en cada punto de muestreo en términos de riqueza de especies (o familias) y la equitatividad en la distribución de los individuos dentro de esas categorías. Un valor alto de H' indica una comunidad con mayor diversidad y distribución más equitativa de individuos entre las familias (Jost & González, 2012).

Se expresa con la siguiente formula:

$$H = -\sum_1^s pi \times \ln pi \quad (1)$$

Donde:

S = Número total de especies (riqueza de especies)

$pi = ni/N$

$ni$  = Abundancia de la especie, expresado como una proporción de total de especies.

N = Número total de individuos de todas las especies.

$\ln$  = Log base<sub>e</sub>

## **Índice de Simpson (DS)**

Este índice permitió expresar la dominancia de las familias en los puntos evaluados durante las dos temporadas. Los datos arrojados se comportan entre una variabilidad de 0 y 1, donde 0 indica un punto de muestreo con mayor diversidad y 1 indica un punto de muestreo con mínima diversidad (Moreno, 2001). Se expresa con la siguiente fórmula:

$$D_s = \sum p_i^2 \quad (2)$$

Donde:

$P_i$  = Abundancia desproporcional de la especie  $i$ .

## **ii. Valoración de la calidad biológica del agua**

### **Índice El Biological Monitoring Working Party (BMWP)**

El índice BMWP, permite asignar una puntuación a cada familia de MiB registrada en los puntos de muestreo, empleando datos cualitativos de presencia o ausencia de los individuos. El puntaje establecido puede variar entre 1 y 10 según la sensibilidad y tolerancia a la contaminación. Los más sensibles obtienen un 10 en puntuación y los menos sensibles 1 (HELLA-WELL 1978). Para las muestras obtenidas en las colectas de los MiB (Tabla 2), la valoración de la calidad del agua se evaluó sumando las puntuaciones que le corresponde a cada una de las familias que fueron identificadas (Tabla 3) (Medina *et al.*, 20013).

**Tabla 2.** Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados bentónicos (MiB) para la obtención del BMWP

FAMILIA	PUNTUACIÓN
<i>Ptilodactylidae, calamoceratidae, Blephariceridae, Odontoceridae, Heptageniidae, Leptoceridae (hojarasca), Leptophebiidae, Odontoceridae, Perlidae, Phryganeidae, Siphonuridae.</i>	10
<i>Philopotomidae, xiphocentronidae, Psychomyiidae, Glossosomatidae</i>	8
<i>Coleoptera Sp, Isotomidar, Hebridae, Leptinidae, Limnephilidae, Hydrobiosidae, Psephenidae, Helicopsychidae, Polycentropodidae, Ephemerellidae, Thrycorithidae, Corydalidae, Coenagrionidae</i>	7
<i>Hyaellidae, Coleoptero Sp, Chorddodidae, Hydroptilidae, Calopterygidae, Bibionidae cf, Libellulidae, Sericostomatidae, Leptoceridae (ramas)</i>	6
<i>Dryopidae, Hydraenidae, Veliidae, Gerridae, Smuliidae, Corixidae, Notonectidae, Naucoridae, Hydrochidae, Hydropsychidae, Acari, Planorbidae, Tipulidae, Hidropsychidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Elmidae, Psephenidae, Scirtidae (Helodidae).</i>	5
<i>Baetidae, chrysomelidae, Psychodidae</i>	4
<i>Hiudinea, Ostracoda, Physidae, Hydrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae, Nauxoridae, Ihydrophilidae, Glossiphonidae</i>	3
<i>Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephydriidae, Gelastocoridae.</i>	2
<i>Oligochaeta, Syrphidae</i>	1

**Tabla 3.** Valorización de calidad de agua para la obtención del BMWP.

Calidad	Valor	Significado	Color
Muy buena	>120	Aguas muy limpias	AZUL
Buena	101-120	Aguas no contaminadas o alteradas de modo sensible	CELESTE
Aceptable	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	VERDE
Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	AMARILLO
Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	ANARANJADO
Muy critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

### iii. Índices de diversidad beta

#### Índice de Bray- Curtis

Mediante el Software Rstudio, se aplicó el índice de similitud de Bray-Curtis a los resultados obtenidos del índice BMWP de las 2 temporadas muestreadas. Esta medida expone la diferencia entre la composición de las familias y el resultado de la calidad del agua de cada punto de muestreo en temporada de estiaje y en temporada de lluvia. Arroja valores entre 0 y 1, donde 1 indica una completa similitud en la composición de especies entre los dos sitios, y 0 muestra una completa disimilitud.

Se formula mediante el siguiente algoritmo (Bray JR- Curtis JT, 1957):

$$DBC = \frac{\sum_{i=1}^8 [X_{ij} - X_{ik}]}{\sum_{i=1}^8 [X_{ij} + X_{ik}]} \quad (3)$$

DBC = medida de similitud Bray-Curtis entre las muestras j y k (expresada como porcentaje)

$X_{ij}$ = número de individuos de la especie  $i$  en la muestra  $j$

$X_{ik}$ = número de individuos de la especie  $i$  en la muestra

#### **2.4.4 *Procesamiento de datos***

Luego de recopilar los datos obtenidos en el trabajo de campo y trabajo de laboratorio, se aplicó el procesamiento de datos en el programa Rstudio. Se procesaron los datos obtenidos mediante el índice BMWP y el índice Bray Curtis, además de los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos.

#### **2.4.5 *Elaboración de catálogo de macroinvertebrados bentónicos***

Para la elaboración del catálogo se tomaron fotografías de todas las familias de los MiB con ayuda del estereoscopio del Laboratorio de Biotecnología Genética y Biología Molecular de la Universidad Nacional de Jaén y empleando Software de microscopía ZEN. Las extremidades de los MiB se arreglaron de tal forma que en la fotografía se visualicen completos y sin daños. Para mejorar la edición del catálogo ilustrado se utilizó el programa de Photoshop CC 2024, este también se encargó de realizar la edición del catálogo ilustrado de todos los MiBs. El diseño del catálogo se elaboró siguiendo los formatos publicados por el Field Museum de Chicago (<https://fieldguides.fieldmuseum.org/es>). Las fotografías están esquematizadas en forma digital, alineado en 2 filas y 2 columnas, donde cada fotografía está acompañada de la familia y orden que pertenece o en su defecto de su clase.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Resultado del muestreo biológico

Se colectaron un total de 746 MiB y se identificaron tres phylum, cuatro clases, 13 órdenes y 35 familias (Tabla 4).

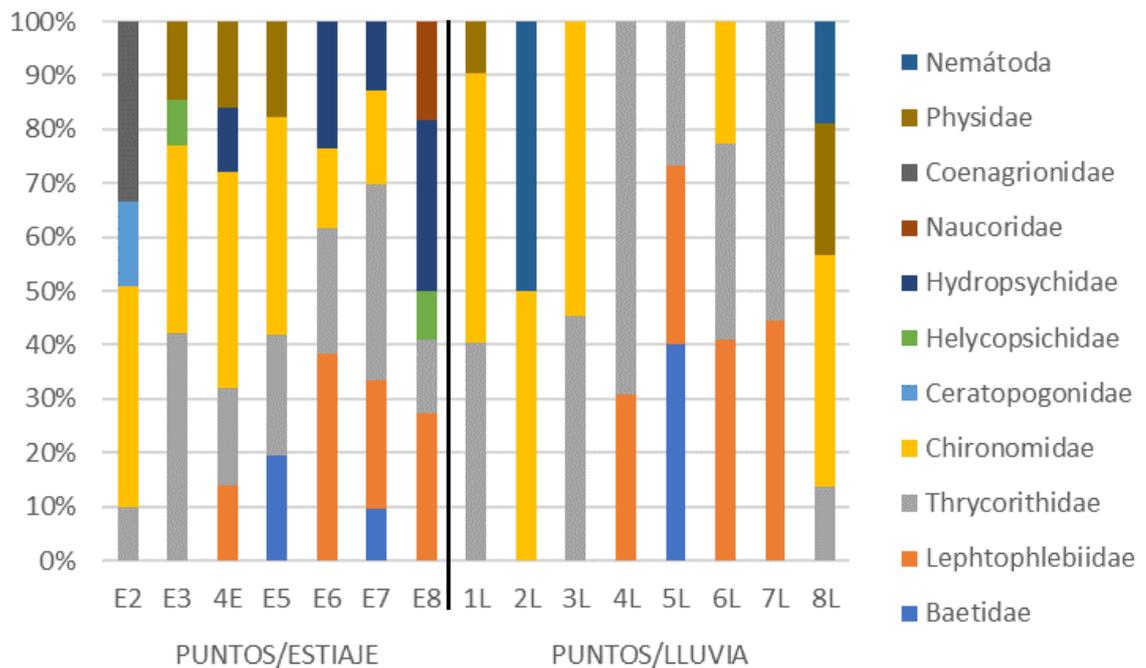
**Tabla 4.** Composición taxonómica de MiB colectados en el río Amojú

Phylum	Clase	Orden	Familia
	Arachnida	Arenea	Acari
		Trombidiformes	Arachnidae
Arthropoda	insecta	Ephemeroptera	Baetidae
			Lephtophlebiidae
			Trycorithidae
		Diptera	Chironomidae
			Simuliidae
			Ceratopogonidae
		Coleoptera	Elmidae
			Psephenidae
			Ptilodactylidae
			Staphylinidae
			Hydrophilidae
		Trichoptera	Sericostomatidae
			Leptoceridae
			Helycopsichidae
			Hydrobiosidae
			Hydropsychidae
			Hydroptilidae
Ptilopotamidae			
Megaloptera	Corydalidae		
Hemiptera	Naucoridae		
	Veliidae		
Plecoptera	Perlidae		
Odonata	Coenagrionidae		
	Libellulidae		
Lepidoptera	Cambridae		
Molusco	Gastropoda	Planorbidae	
		Physidae	
		Hydrobiidae	
		Corbiculidae	

			Nematoda
Annelida	Clitellata	Hirudinea	Erpobdellidae
			Glossiphoniidae
			Naididae

Once de las 35 familias muestreadas superaron los cinco individuos por punto de muestreo, en la figura se descartaron las familias con número de individuos <5 (Figura 6). La familia más abundante en la temporada de estiaje como en la temporada de lluvia fue la thrycorithidae con 42.2% (P3) y 62.2% (P4) respectivamente, así mismo, esta familia se presentó en la mayoría de los puntos muestreados.

**Figura 6.** Abundancia relativa de las familias de MiB en las temporadas de estiaje y lluvia



En la temporada de estiaje la mayor densidad se presentó en el P3 con 108 individuos (Tabla 5) y el punto con menor densidad fue el P6 con 49 individuos, para la temporada de lluvia el P1 tuvo mayor densidad con 57 individuos (Tabla 6) y su menor densidad se presentó en el P4 con 17 individuos.

**Tabla 5.** Densidad ( $N^{\circ}$  ind/ 1 hora de esfuerzo) de los MiB en la época de estiaje, P: Punto de muestreo

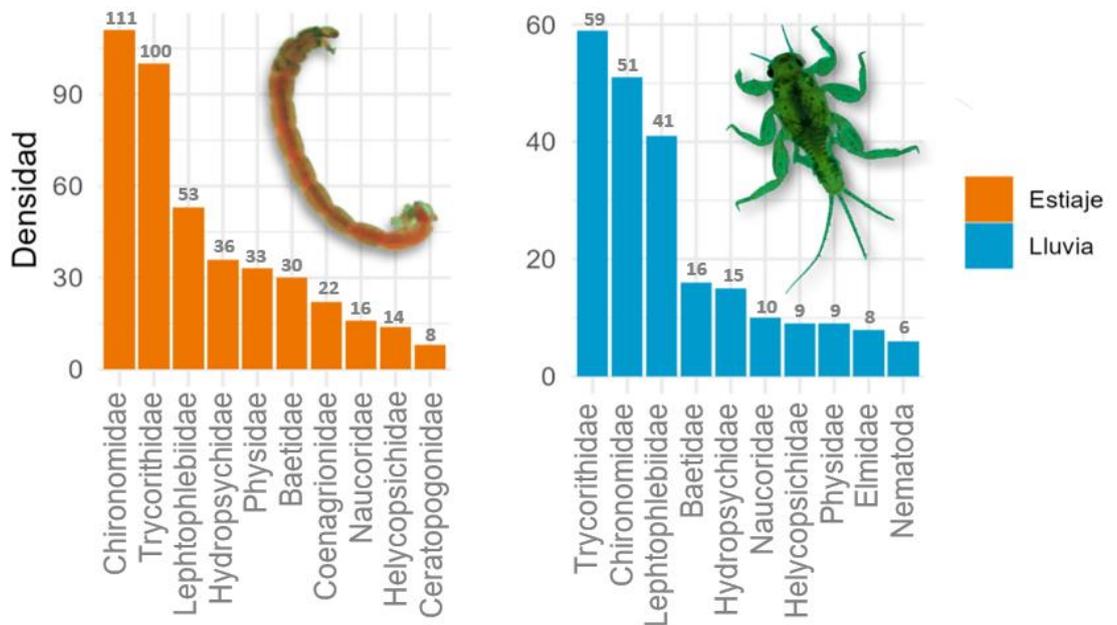
Familia	Puntos/estiaje						
	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Arachnidae		1					
Acari			3	2			
Baetidae			4	12	4	6	4
Lephtophlebiidae		3	7	3	13	15	12
Trycorithidae	5	35	9	14	8	23	6
Chironomidae	21	29	20	25	5	11	
Ceratopogonidae	8						
Elmidae			1	1		1	2
Psephenidae		4				2	1
Ptilodactylidae	3	2					
Sericostomatidae					1		
Leptoceridae					1		1
Helycopsichidae		7				3	4
Hydrobiosidae		2					1
Hydropsychidae			6		8	8	14
Ptilopotamidae							1
Corydalidae							4
Naucoridae		2	1	2	3		8
Perlidae					2	2	3
Coenagrionidae	17	4	1				
Antipodochlora/Libellulidae		1					
Planorbidae		4			3		
Physidae	1	12	8	11	1		
Hydrobiidae		2					
Nematoda	1						
Erpobdellidae			1				
Glossiphoniidae	1						
Corbiculidae				1			
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>108</b>	<b>61</b>	<b>71</b>	<b>49</b>	<b>71</b>	<b>61</b>

**Tabla 6.** Densidad (N° ind/ 1 hora de esfuerzo) de los MiB en la época de lluvia, P: Punto de muestreo

Familia	Puntos/lluvia							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Acari		1	1					
Arachnidae		1				1		
Baetidae				1	6	3	4	2
Lephtophlebiidae			3				4	16
Thrycorithidae	21		5	9	4	8	5	7
Chironomidae	26	6	6		4	5	4	
Simuliidae								1
Elmidae			1	1		1	1	5
Psephenidae								3
leptophlebiidae				4	5	9		
Helycopsichidae					1	4		4
Hydropsichidae			1	2			3	9
Leptoceridae(ramas)						2		
Hydroptilidae							1	
Corydalidae			2					2
Naucoridae		3	4				2	1
Veliidae			4					
Perlidae						1		
Coenagrionidae	2				2			
Gomphidae/libellulidae			2					
Glossiphoniidae		1						
Erpobdellidae		3						
Naididae		4						
Nematoda		6						
Hydrobiidae		1						
Planorbidae	4	1						
Physidae	5	1	1		2			
Cambridae								2
Staphylinidae								2
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>54</b>

En relación a las familias, chironomidae presentó una mayor densidad por total en la temporada de estiaje, así mismo, en temporada de lluvia la mayor densidad por total fue la familia thrycorithidae (Figura 7).

**Figura 7.** Densidad de las familias de MiB más representativas en el río Amojú en las temporadas de estiaje y lluvia.



El índice de Shanon – Wiener ( $H'$ ) reveló en temporada de estiaje el valor más alto en el P6 con un valor de 2.09, mientras que el valor más bajo fue en el P8 con un puntaje de 1.22 (Tabla 7). Así mismo, en la temporada de lluvia el P3 obtuvo el valor más alto con 2.20 y el P1 el valor más bajo con 1.2393 (Tabla 8). En cuanto al índice de Simpson los valores más altos tanto para temporada de estiaje y lluvia fueron en el punto P6 y P3 con valores 0.85; 0.87 respectivamente, mientras que los puntos más bajos fueron el P1 y P4 con puntajes de 0.74; 0.64 respectivamente.

**Tabla 7.** Valores de los índices obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados bentónicos, en temporada de estiaje

<b>Temporada estiaje</b>				
<b>Puntos de Muestreo</b>	<b>Abundancia MiB</b>	<b>Nº familias</b>	<b>I. Shanon – Wiener (H')</b>	<b>I. Simpson</b>
P2	57	8	1.59	0.74
P3	108	14	1.99	0.80
P4	61	11	1.99	0.82
P5	71	9	1.73	0.78
P6	49	11	2.09	0.85
P7	71	9	1.83	0.80
P8	61	13	1.22	0.86

**Tabla 8.** Valores de los índices obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados bentónicos, en temporada de lluvia

<b>Temporada lluvia</b>				
<b>Punto de muestreo</b>	<b>Abundancia MiB</b>	<b>Nº familias</b>	<b>I. Shanon – Wiener (H')</b>	<b>I. Simpson</b>
P1	58	5	1.24	0.65
P2	28	11	2.13	0.86
P3	30	11	2.20	0.87
P4	17	5	1.26	0.64
P5	24	7	1.82	0.82
P6	33	9	1.92	0.83
P7	24	8	1.95	0.85
P8	54	12	2.13	0.84

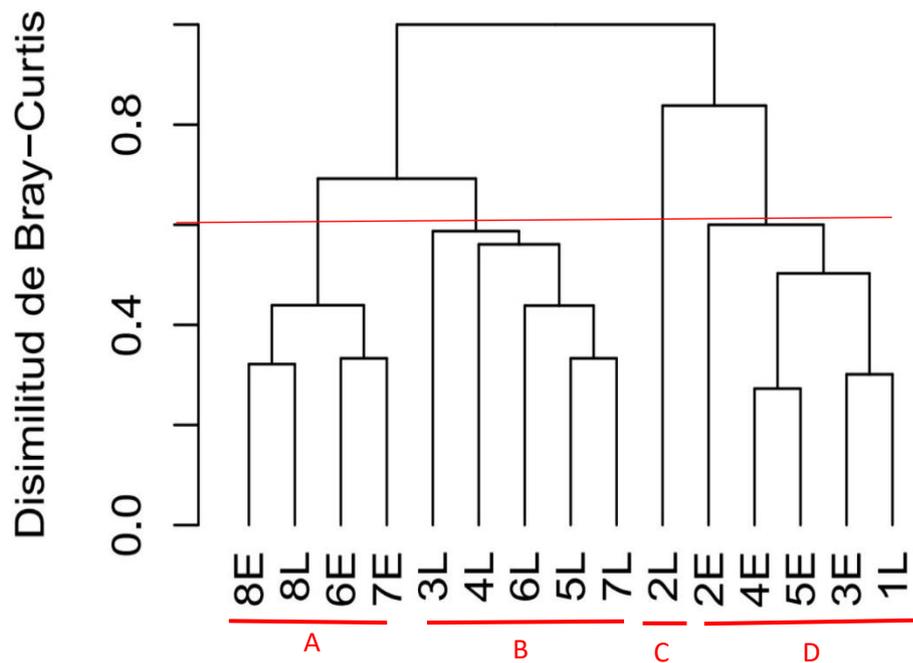
### Diversidad Beta

El análisis de agrupamiento basado en el índice de similitud de Bray-Curtis para los ocho puntos de muestreo se elaboró con datos obtenidos del índice BMWP tanto en la temporada de estiaje como en la temporada de lluvia, este presentó cuatro grupos separados a un nivel de disimilitud de aproximadamente 0.5. El primer "A" ubicó a los

puntos de muestreo perteneciente a la cabecera del río con la valoración más alta especialmente en la temporada de estiaje, sugiriendo comunidades más estables en estos puntos. Un segundo grupo "B", figura con los puntos únicamente de la temporada de lluvia, esto debido a la similitud en sus bajos valores en los puntos de la parte media del río.

El punto 2L aparece formando su propia rama en el grupo "C", esto advierte condiciones únicas o posiblemente perturbadas además de presentar la valoración más baja. Finalmente, el grupo "D" muestra diferencias de similitud entre sus muestras de lluvia y estiaje, indicando variaciones y posibles perturbaciones.

**Figura 8.** Análisis de agrupamiento basado en el Índice de similitud de Bray-Curtis. E: Punto en temporada de estiaje; L: Punto en temporada de lluvia

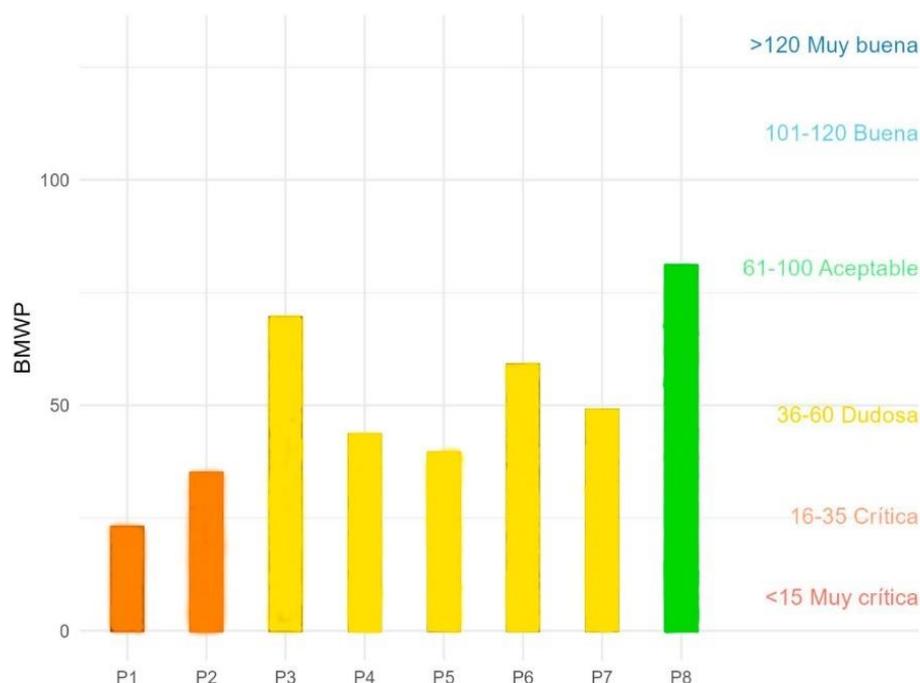


El índice BMWP final osciló entre 22 y 90, la puntuación más baja fue en el P1 representando calidad biológica de tipo crítica (aguas contaminadas) y la puntuación más alta fue en el P8, indicando aguas de calidad biológica de tipo aceptable (son evidentes algunos efectos de contaminación) (Tabla 9 y Figura 9).

**Tabla 9.** Promedios por puntos de monitoreo para el índice BMWP, P: Punto de muestreo

Valorización BMWP					
Punto de muestreo	ÉPOCA		Promedio	Calidad biológica	Significado
	ESTIAJE	LLUVIA			
P1	-	22	<b>22</b>	Crítica	Aguas muy contaminadas
P2	36	32	<b>34</b>	Crítica	Aguas muy contaminadas
P3	82	60	<b>71</b>	Dudosa	Aguas contaminadas
P4	54	31	<b>42.5</b>	Dudosa	Aguas contaminadas
P5	39	40	<b>39.5</b>	Dudosa	Aguas contaminadas
P6	59	60	<b>59.5</b>	Dudosa	Aguas contaminadas
P7	57	42	<b>49.5</b>	Dudosa	Aguas contaminadas
P8	90	74	<b>82</b>	Aceptable	Son evidentes algunos efectos de contaminación

**Figura 9.** Resultados de los promedios por puntos de monitoreo para el índice BMWP.



### 3.2 Resultado del muestreo fisicoquímico

#### 3.2.1 Muestreo in situ

La variable profundidad estuvo relacionada según la temporada de muestreo. La mayor puntuación registrada para este parámetro fue de 55 cm perteneciente al punto de muestreo N°4 en temporada de lluvia (Tabla 10), esto debido a que la creciente estaba en sus picos más altos por la presencia de las continuas precipitaciones. La temporada de estiaje registró la menor profundidad equivalente a 25 cm, correspondiente al punto de muestreo N°6, sin embargo, en el punto de muestro N°1 no se registró puntuación alguna puesto que el cauce del río estaba seco; estos valores coinciden con la sequía hidrológica que se presenciaron en los meses de la temporada de estiaje.

**Tabla 10.** Resultados de la variable profundidad.

	Profundidad (cm)	
	Estiaje	Lluvia
<b>P1</b>	-	28
<b>P2</b>	28	36
<b>P3</b>	34	40
<b>P4</b>	32	55
<b>P5</b>	31	46
<b>P6</b>	25	34
<b>P7</b>	34	39
<b>P8</b>	29	42

*Nota:* P: Punto de muestreo

### 3.2.2 Muestreo ex situ

**Tabla 11.** Resultados del muestreo fisicoquímico en la temporada de estiaje del río Amojú, P: Punto de muestreo

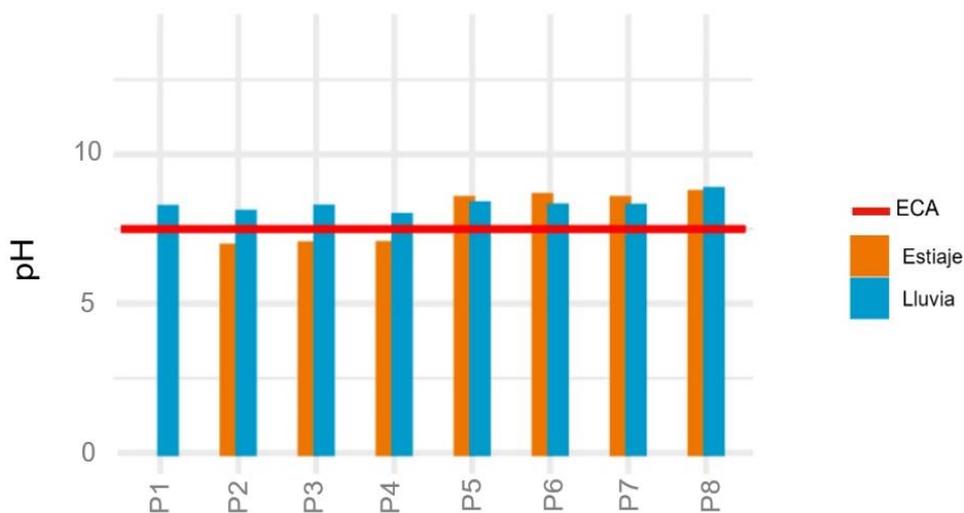
Parámetros/temporada de estiaje								
Físico-químicos	Unidades	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
pH	Unidad de pH	6.9	6.98	6.99	8.5	8.6	8.5	8.7
Temperatura	Grado Celsius	35.8	28.5	25	24.6	24.9	23.4	21
Conductividad eléctrica	μS/cm	440	306	210	202	180	173.3	134.9
Oxígeno disuelto	mg/L	8.5	7.19	7.68	7.64	6.9	7.53	7.17
Turbidez	NTU	11.8	9.93	9.57	7.06	8.46	7.74	4.58

**Tabla 12.** Resultados del muestreo fisicoquímico en la temporada de lluvia del río Amojú, P: Punto de muestreo

Parámetros/temporada de lluvia									
Físico-químicos	Unidades	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
pH	Unidad de pH	8.2	8.04	8.21	7.93	8.32	8.25	8.4	8.8
Temperatura	Grado Celsius	26.3	36.3	24.5		24.3	24.8	23.8	20.3
Conductividad eléctrica	μS/cm	390	318	199.9	165.9	166.5	165.6	168.3	139.6
Oxígeno disuelto	mg/L	7.28	7.28	7.53	8.8	9.2	8.7	7.9	7.54
Turbidez	NTU	41.8	50.9	376.2	740.3	99.2	49.56	70.6	40.6

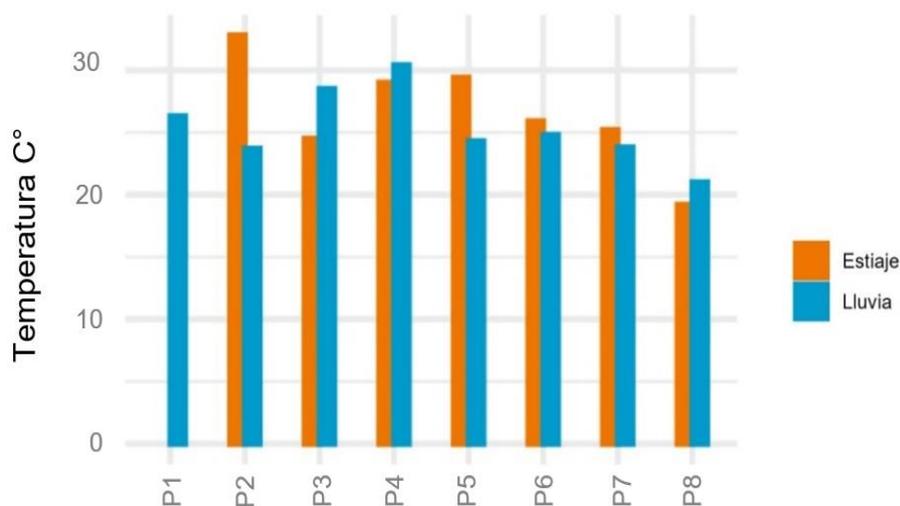
Los 15 muestreos tomados tanto en estiaje como en lluvia indican los valores medios del pH, los cuales oscilan entre 6.9 – 8.8, teniendo el mínimo valor en el punto N°3 (estiaje) y el máximo valor en el punto N°4 (lluvia). En consecuencia, con los estándares de calidad ambiental (ECA), se observó que en temporada de estiaje los puntos N°5, N°6, N°7, N°8 y en los 8 puntos de temporada de lluvia exceden los límites establecidos, puesto que según la normativa ECA los valores deben promediar los 7.5.

**Figura 10.** Valores de pH del río Amojú. P: Punto de muestreo



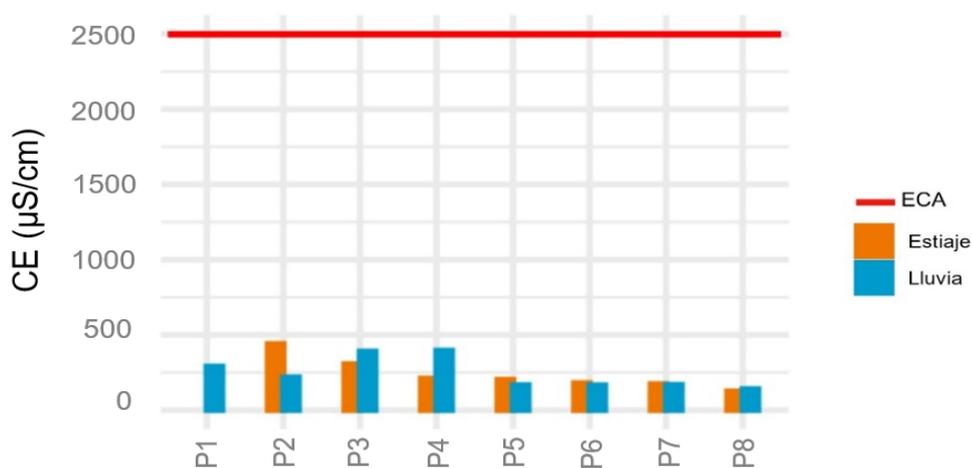
En lo que respecta a la relación termométrica, los registros obtenidos en los puntos para las temporadas de estiaje y lluvia. Los resultados revelan una alteración en los valores tomados, registrando un pico más apartado del resto en el P2 de estiaje con 35.8 °C, por el contrario, en lluvia se puede ver el punto más bajo con 20.3 °C. (Figura 11).

**Figura 11.** Valores de la temperatura en el río Amojú. Punto de muestreo



Los valores de la conductividad eléctrica (CE) tuvieron variabilidad en las 2 temporadas tomadas según los indica la figura 12, se mostró el pico más alto en el P2 (estiaje) con 440  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en comparación con los otros muestreos realizados, por su parte el P8 (lluvia) reveló el valor más bajo con 124.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo todos estos valores menores a 2500, esto indica que las aguas del río Amojú cumplen con la normativa de los ECA para la “categoría 3” (Tabla 12).

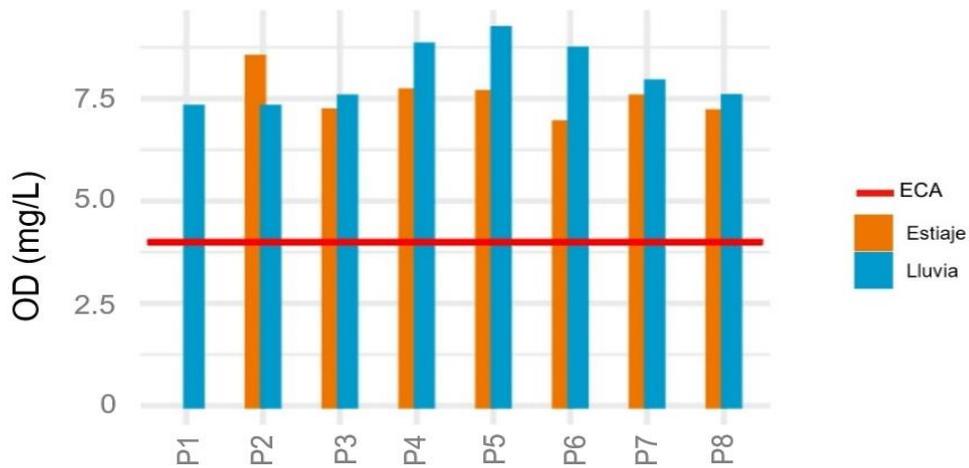
**Figura 12.** Valores de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) del río Amojú. Punto de muestreo



Los resultados obtenidos del oxígeno disuelto ( $\text{mg}/\text{L}$ ) se encuentran entre 6.9 – 9.2, la figura 13. muestra que el P4 tiene el mayor valor perteneciente a la época de lluvia.

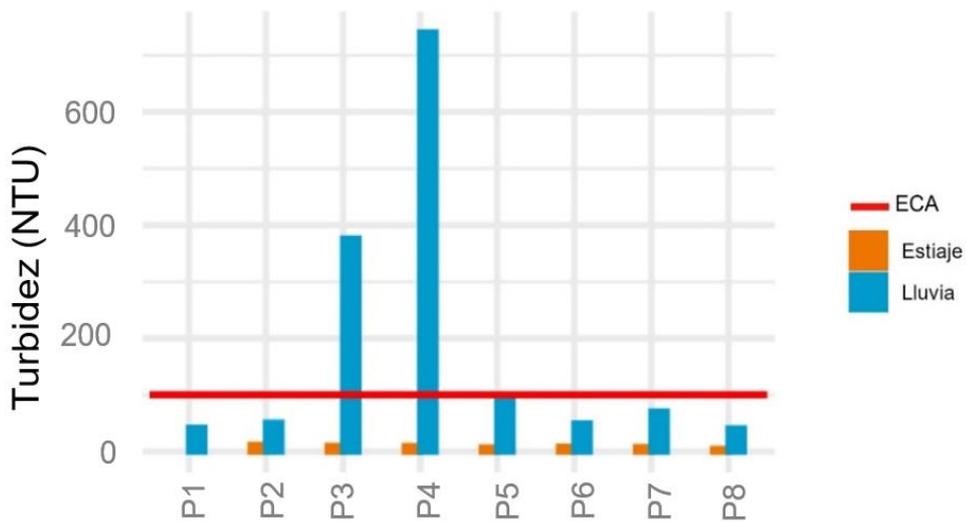
En la normativa de los ECA, para la “categoría 3”, se indica que el oxígeno disuelto tener un valor mínimo permitido de 4  $\text{mg}/\text{L}$ . Los puntos muestreados revelan valores superiores, en la temporada de estiaje se registró valores entre 6.9 – 8.5  $\text{mg}/\text{L}$ , siendo el P6 el de menor valor y el P2 con mayor valor, mientras que en la época de lluvia los valores oscilaron entre 7.28 – 8.8  $\text{mg}/\text{L}$  siendo el P5 el pico más alto.

**Figura 13.** Valores Oxígeno Disuelto ( $\text{mg}/\text{L}$ ) del río Amojú. P: Punto de muestreo



En la figura 14 se puede denotar que la puntuación de la turbidez en los 7 puntos evaluados para la temporada de estiaje permanece constante con valores por debajo de 12 NTU (Unidad Nefelométrica de Turbidez). Por el contrario, en la temporada de lluvia se ve una alteración significativa, teniendo como mínimo valor 40.7 NTU en el P8 y el pico más alto se observó en el P4 con 740.3 NTU.

**Figura 14.** Valores de la turbidez en el río Amojú. P: Punto de muestreo



### 3.3 Análisis de la vegetación ribereña

Se registró un total de 12 familias y 13 especies de vegetación ribereña, siendo la más abundante *Ochroma pyramidale*, estando presente en dos de los tres puntos

muestreados. El P8 con 1190 m.s.n.m. ubicado en la parte más alta del cauce del río (Tabla 1), tuvo mayor número de familias e individuos con un total de seis individuos.

El P7, muestreo realizado en la parte media, presentó solo las familias Muntingiaceae y la Fabaceae, además de que, en relación a la ocurrencia, sus valores se mantuvieron bajos.

**Tabla 13.** Resultados de la vegetación ribereña por punto de muestreo

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>SECTOR</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>Nº DE INDIVIDUOS</b>	
P3	Linderos (estación de servicios San Martín)	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i>	2	
		SECTOR:	ASTERACEAE	<i>Tessaria integrifolia</i>	1
		CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i>	2	
		URTICACEAE	<i>Phenax sp</i>	3	
		LAURACEAE	<i>Perlea caerulea</i>	1	
P7	SECTOR: Puente	MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia Calabura</i>	3	
	“La Corona”- Jaén	FABACEAE	<i>Senna sp</i>	2	
P8	Bocatoma de la CH. La pelota	ASTERACEAE	<i>Vernonanthura sp</i>	3	
		LEGUMINOSAE	<i>Inga sp</i>	3	
		SECTOR:	MELIÁCEAS	<i>Cedrela sp</i>	4
		ASTERÁCEAS	<i>Monactis sp</i>	1	
		MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i>	6	
		PIPERACEAE	<i>Piper sp</i>	2	

### **3.4 Del catálogo de macroinvertebrados bentónicos del río Amojú**

Se prepararon 16 hojas A4 con la siguiente información: La primera hoja fue empleada para la portada, dentro del encabezado se colocó “CATÁLOGO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS”. En el pie de página se situaron los nombres de los investigadores y la parte media se empleó para colocar las fotos de los MiB más representativos.

La segunda hoja se usó para la contra carátula y se ubicaron fotos representativas de las investigadoras, además de uno de los puntos de muestreo relevante.

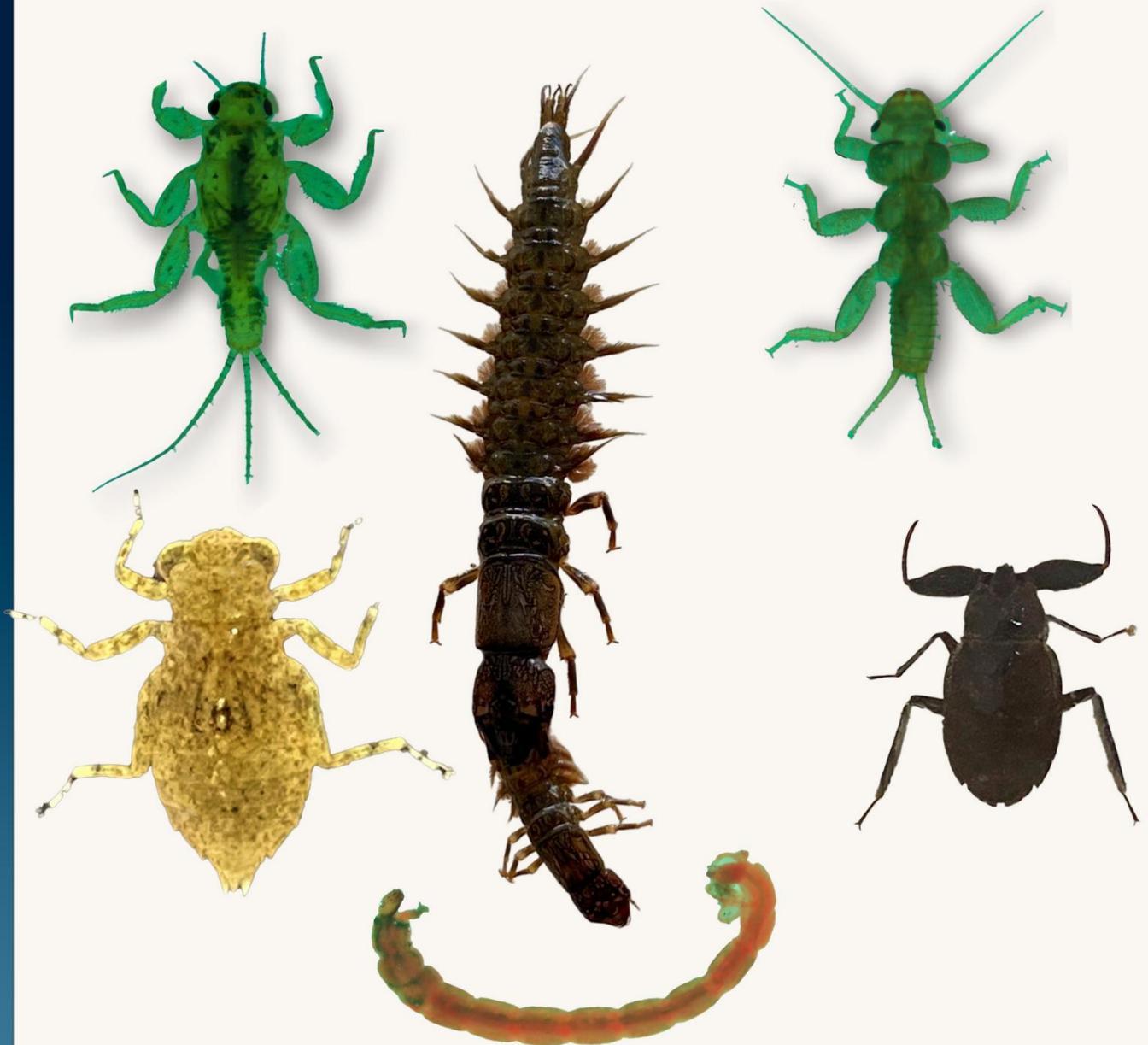
En las hojas siguientes, se mostraron 52 fotografías de las familias colectadas durante la evaluación, se organizaron cuatro individuos por hoja acompañadas cada una con el nombre de la familia, el orden o clase. Dentro del encabezado se colocó el título, datos de los investigadores y colaboradores, nombre de la facultad e institución.



# CATÁLOGO DE

## MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

DEL RÍO AMOJÚ - JAÉN - CAJAMARCA



**Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>,  
Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & Jose Iannaconde<sup>2</sup>**

# BENTHIC MACROINVERTEBRATES





# CATÁLOGO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL RÍO AMOJÚ-JAÉN-CAJAMARCA



Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario Garcia Chuquihuanga<sup>1</sup>

Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



Orden: COLEOPTERA  
Familia: Elmidae - Etapa Larva



Orden: COLEOPTERA  
Familia: Elmidae - Etapa Adulta



Orden: COLEOPTERA  
Familia: ptilodactylidae



Orden: COLEOPTERA  
Familia: psephenidae



# CATÁLOGO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL RÍO AMOJÚ-JAÉN-CAJAMARCA



Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>,  
Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



Orden: DIPTERA  
**Familia: Chironomidae**



Orden: DIPTERA  
**Familia: Chironomidae**



Orden: DIPTERA  
**Familia: Chironomidae**



Orden: DIPTERA  
**Familia: Simuliidae**



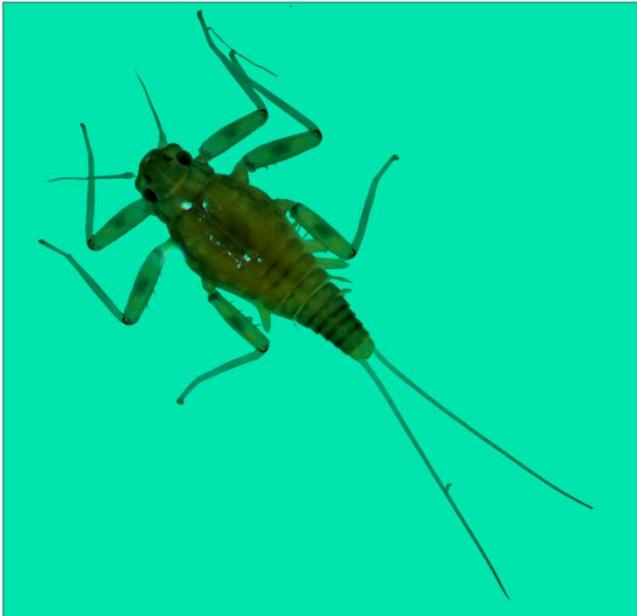
# CATÁLOGO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL RÍO AMOJÚ - JAÉN - CAJAMARCA

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>,  
Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>



([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



Orden: EPHEMEROPTERA  
**Familia: Baetidae**



Orden: EPHEMEROPTERA  
**Familia: Baetidae**



Orden: EPHEMEROPTERA  
**Familia Baetidae**



Orden: EPHEMEROPTERA  
**Familia: Baetidae**

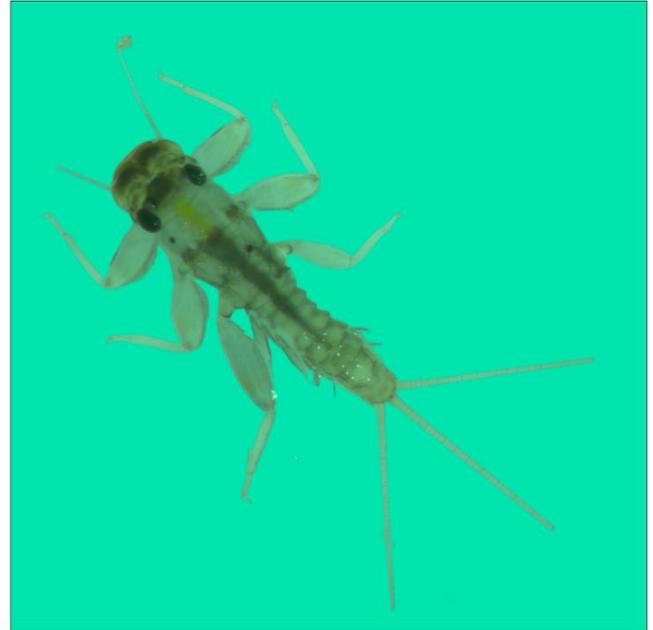
Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>,  
Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

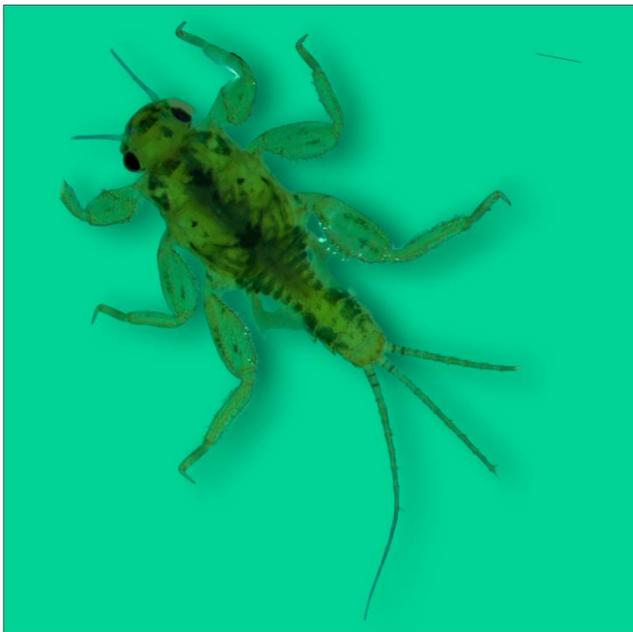
**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



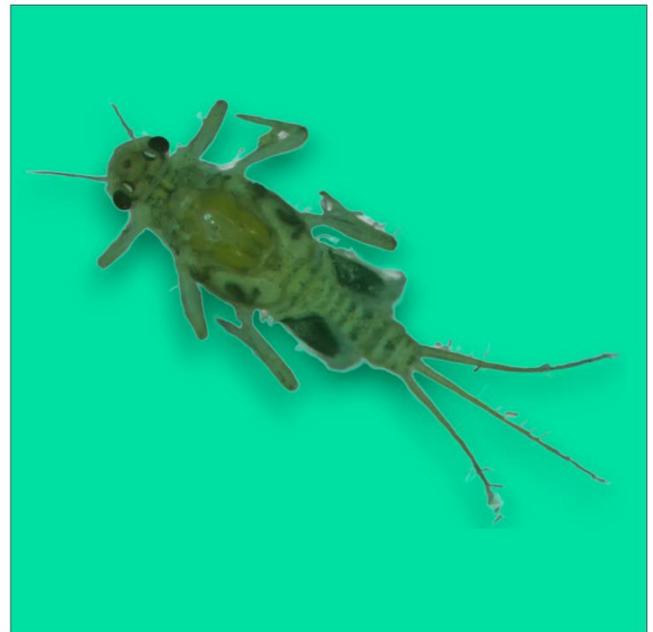
Orden: EPHEMEROPTERA  
**Familia: Leptophlebiidae - Ninfa**



Orden: EPHEMEROPTERA  
**Familia: Leptophlebiidae - Ninfa**



Orden: EPHEMEROPTERA  
**Familia: Tricorithyidae**



Orden: EPHEMEROPTERA  
**Familia: Tricorithyidae**

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>,

Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



Orden: HEMIPTERA  
**Familia: Naucoridae**



Orden: HEMIPTERA  
**Familia: Naucoridae**



Orden: HEMIPTERA  
**Familia: Naucoridae**



Orden: MEGALOPTERA  
**Familia: Corydalidae**

## Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén



Orden: ODONATA  
**Familia: Libellulidae**



Orden: ODONATA  
**Familia: Coenagrionidae**



Orden: ODONATA  
**Familia: Libellulidae**



Orden: ODONATA  
**Familia: Libellulidae**

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>

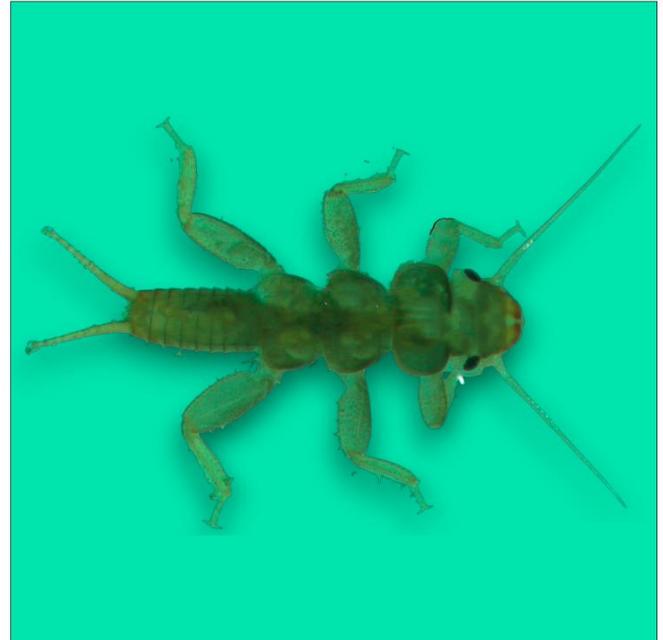
Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannacone<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



Orden: PLECOPTERA  
**Familia: Perlidae**



Orden: PLECOPTERA  
**Familia: Perlidae**



Orden: PLECOPTERA  
**Familia: Perlidae**



Orden: PLECOPTERA  
**Familia: Perlidae**

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup> , Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>

Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannacone<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

## Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén



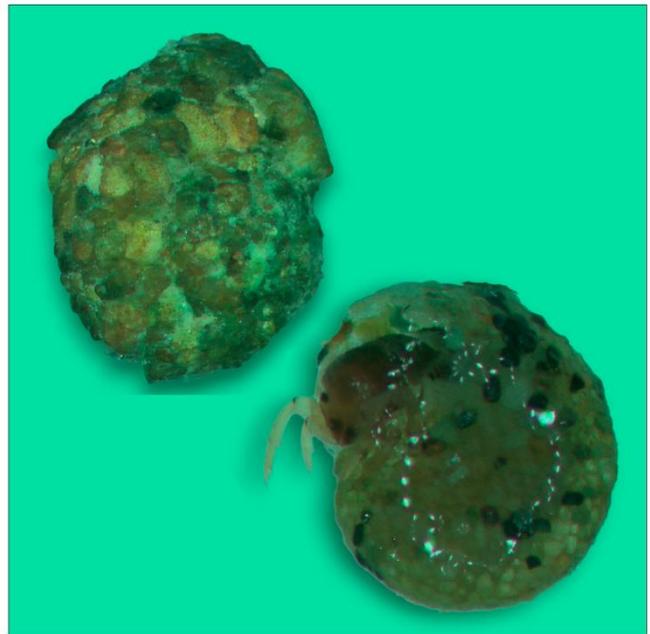
Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Sericostomatidae**



Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Leptoceridae**



Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Leptoceridae**



Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Helicopsychidae**

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>

Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

(ingrid.tapia@est.unj.edu.pe)<sup>1</sup> (milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe)<sup>1</sup> (jose\_marcelo@unj.edu.pe)<sup>1</sup> (Joseiannacone@gmail.com)<sup>2</sup>

**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Hydropsychidae**



Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Hydrobiosidae**



Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Hydropsychidae**



Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Philopotamidae**

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>

Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannacone<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



Orden: TRICHOPTERA  
**Familia: Calamoceratidae**



Orden: LEPIDOPTERA  
**Familia: Cambridae**



Familia: TROMBIDIFORMES  
**Familia: Acari**



Familia: TROMBIDIFORMES  
**Familia: Acari**

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>

Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

(ingrid.tapia@est.unj.edu.pe)<sup>1</sup> (milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe)<sup>1</sup> (jose\_marcelo@unj.edu.pe)<sup>1</sup> (Joseiannacone@gmail.com)<sup>2</sup>

**Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén**



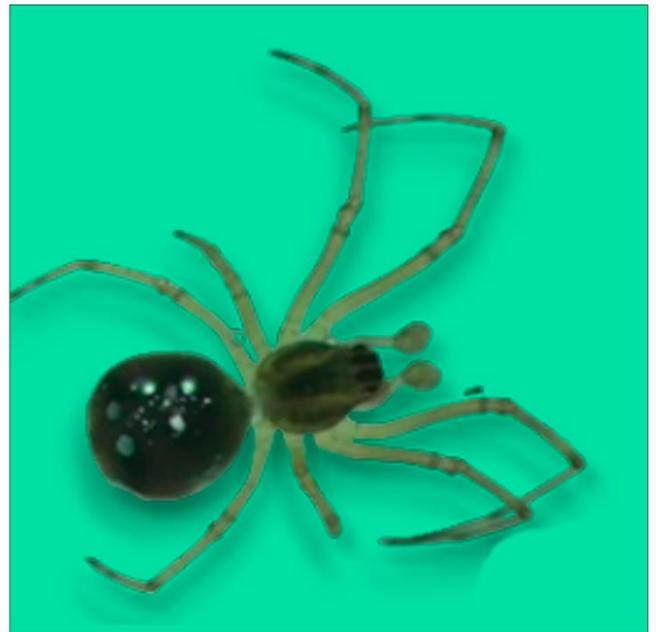
Orden: TROMBIDIFORMES  
**Familia: Acari**



Orden: ARENEA  
**Familia: Arachnidae**



Orden: ARENEA  
**Familia: Arachnidae**



Orden: ARENEA  
**Familia: Arachnidae**

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>

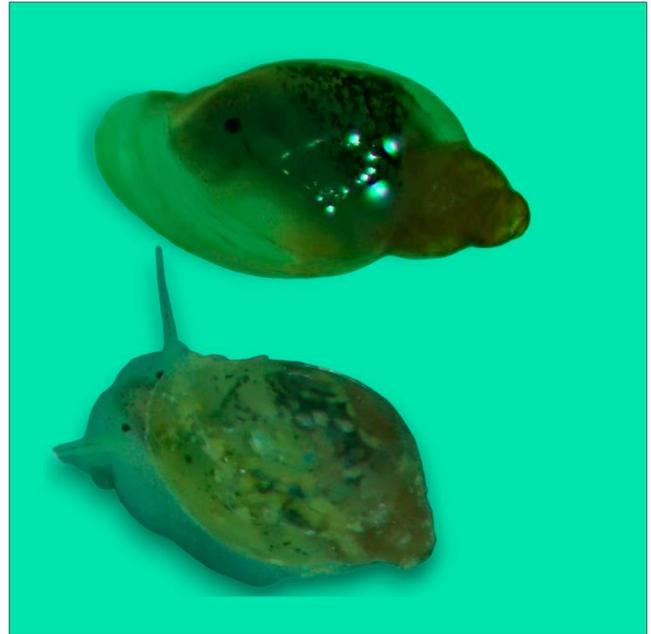
Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>

## Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén



Orden: GASTROPODA  
**Familia: Planorbidae**



Orden: GASTROPODA  
**Familia: Physidae**



Orden: GASTROPODA  
**Familia: Hybrobiidae**



Orden: GASTROPODA  
**Familia: Corbiculidae**



# CATÁLOGO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL RÍO AMOJÚ - JAÉN - CAJAMARCA

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquiaguanga<sup>1</sup>

Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

(ingrid.tapia@est.unj.edu.pe)<sup>1</sup> (milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe)<sup>1</sup> (jose\_marcelo@unj.edu.pe)<sup>1</sup> (Joseiannacone@gmail.com)<sup>2</sup>



## Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén



Orden: OLIGOCHAETA  
**Familia: Naididae**



Orden: HIRUDINEA



Orden: HIRUDINEA  
**Familia: Glossiphoniidae**



Orden: COLEOPTERA  
**Familia: Staphylinidae**



# CATÁLOGO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL RÍO AMOJÚ - JAÉN - CAJAMARCA

Ingrid Silvana Tapia Flores<sup>1</sup>, Milagros del Rosario García Chuquihuanga<sup>1</sup>

Jose Luis Marcelo Peña<sup>1</sup> & José Iannaconde<sup>2</sup>

([ingrid.tapia@est.unj.edu.pe](mailto:ingrid.tapia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:milagrosr.garcia@est.unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([jose\\_marcelo@unj.edu.pe](mailto:jose_marcelo@unj.edu.pe))<sup>1</sup> ([Joseiannacone@gmail.com](mailto:Joseiannacone@gmail.com))<sup>2</sup>



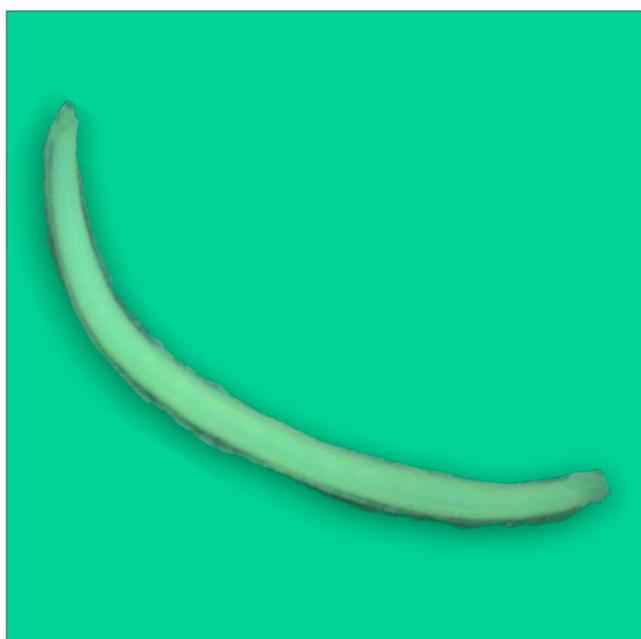
## Ingeniería Forestal y Ambiental - Universidad Nacional de Jaén



Orden: COLEOPTERA  
**Familia: Hydrophilidae**



Orden: HIRUDINEA  
**Familia: Erpobdellidae**



Orden: CLITELLATA  
**Familia: Nematoda**

## IV. DISCUSIÓN

Las condiciones naturales de las cuencas (río Amojú), pueden influir significativamente en la variedad y estructura de las comunidades de MiB. Esta variabilidad está estrechamente ligada a factores como el entorno físico, vegetación ribereña, el clima y las características geomorfológicas del área donde se encuentran estos organismos (Barbour *et al.*, 1999; Gren & Swietlik, 2000). Después de 22 años se vuelven a estudiar el ensamblaje de MiB del río Amojú, resaltando un impacto considerable en estos organismos, debido a las actividades antropogénicas por parte de la población de Jaén. Específicamente, la biodiversidad de estos organismos se ve amenazada por el vertido de aguas residuales originadas en zonas urbanas y arrojado de basura en algunos puntos que cruzan la ciudad.

### **4.1 Riqueza de especies, composición y diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el recorrido del río Amojú**

Respecto a la metodología empleada hubo algunas complicaciones para ciertos puntos muestreados, en la temporada de estiaje se evidenció la interrupción del cauce natural del río y ocupación de la franja marginal para actividades agrícolas, procesos productivos de canteras, además de la sequía propia de la época; la eliminación de este límite físico natural altera la relación entre el curso de agua y la vegetación ribereña. Como consecuencia el P1 presentó sequía extrema (Figura 15), impidiendo así el muestreo de los MiB. En cuanto a la temporada de lluvia, se presentaron dificultades en el muestreo debido al caudal del río y sumado a ello la turbidez (Figura 16), por consiguiente, se llevó a cabo la evaluación solo en el sustrato de piedras y hojarasca y se obvió el sustrato de arena. Según Reda Fishar & William (2006) señalan que en los métodos de muestreo en ríos con mayor caudal y en zonas de mayor profundidad exhiben una reducción

significativa en la variedad de grupos taxonómicos de MiB con relación a las evaluaciones en los lechos de río con menor corriente.

En la riqueza de especies de MiB se evidencian diferencias en relación a los puntos muestreados y a las temporadas de lluvia y estiaje (Figura. Para Voelz, *et al.*, (2000), la diversidad de MiB está fuertemente influenciada por la heterogeneidad de los entornos en los ríos. Esto coincide con los resultados obtenidos en los muestreos de cada punto. En la parte alta del río Amojú, los puntos siete y ocho mostraron valores por encima de las 50 especies en las dos temporadas estando muy por debajo de los valores de la parte baja del río, donde la mayor diversidad se vio en el P1 y P2 (Tablas 5 y 6), sin embargo, el índice de diversidad BMWP coloca al P8 con calidad más alta, siendo esta aceptable y solo con “Evidencias de algunos efectos de contaminación”. Por el contrario, el índice arrojó que el P1 y P2 obtuvieron una puntuación con calidad crítica, significando “aguas muy contaminadas” (Tabla 9 y Figura 9). Roldán (1996) explica que, desde la perspectiva de la diversidad ecológica, una comunidad natural se distingue por su amplia variedad de especies, cada una con una población relativamente pequeña, es decir, un bajo número de especies. En contraste, un ambiente afectado por la contaminación suele presentar pocas especies, pero cada una con un gran número de individuos.

En el presente estudio fueron identificadas 35 familias de MiB, en contraste con los 30 reportados por Paredes *et al.*, (2004), lo que refleja un incremento en la diversidad de taxones en el río Amojú. Esta diferencia se atribuye a la época de muestreo, al registrarse chironomidae y nematodos en la parte baja del río, solo en la época de estiaje, sugiriendo cambios en la calidad de hábitat en comparación con los estudios de Paredes *et al.*, (2004). El mismo autor, señala la frecuente presencia de trichópteros en todos los puntos muestreados, indicando su adaptación al hábitat del río en ese tiempo (2002),

mientras que los anélidos y gastrópodos solo fueron encontrados en la parte baja, lo que evidenciaba presencia de contaminación en el 2002. Polo y Medina (2013) encontraron diferencias significativas en la abundancia y diversidad de familias destacando la familia Hydropsychidae, que alcanzó 46 individuos en un solo punto, contraste con los 14 registrados en el presente estudio durante la temporada de estiaje (P8). Sin embargo, este hallazgo es consistente con el de Paredes *et al.*, (2004), que reportó 10 individuos en el mismo punto, sugiriendo una calidad de agua aceptable para la cabecera del río, considerando que estas familias son moderadamente sensibles a la contaminación. Estudios similares en países tropicales (Roldán-Perez,2016; Machato *et al.*,2018; Sotomayor *et al.*, 2020; Mello & Abessa,2001) han documentado patrones de diversidad y abundancia, reflejando la salud de los ecosistemas acuáticos, evidenciando la importancia de monitorear a largo plazo los MiB como indicadores de calidad ambiental.

Las familias que tuvieron mayor abundancia por punto de muestreo fue la familia thrycorithidae (Figura 6). Así mismo en la temporada de estiaje, la familia que presentó la mayor densidad fue la chironomidae con el valor más alto, siendo este de 111 individuos (Figura 7). La familia chironomidae fue abundante debido a su alta resistencia a ambientes con elevada concentración de materia orgánica, tienen ciclos de vida breve, además de una facilidad para encontrar alimento en abundancia y tener bajo porcentaje de enemigos naturales y competidores (Caicedo & Palacios, 1998). Acosta (2009), también avala esta afirmación mencionando que los chironomidae son conocidos por su capacidad de aprovechar rápidamente nuevas oportunidades en el entorno, se establecen con facilidad en diversos hábitats y poseen una notable habilidad para ajustarse a entornos cambiantes.

La familia thrycorithidae fue abundante y predominó en temporada de lluvia. El orden ephemeroptera es considerada como indicadores ecológicos de buena calidad, específicamente thrycorithidae tiene una puntuación de siete en el índice BMWP (Tabla 2), esto coincide con los resultados de Paredes *et al* (2004) donde este orden también es uno de los más predominantes para ese estudio. Los miembros del orden ephemeroptera pueden servir como bioindicadores de cuerpos de agua de calidad dudosa y buena. Se destaca particularmente thrycorithidae, baetidae y leptophlebiidae, cuyos integrantes muestran sensibilidad moderada a los contaminantes. Pese a ello, estos organismos tienen un amplio rango de tolerancia a diversas alteraciones en su hábitat ya que pueden habitar tanto en ambientes inalterados como en ecosistemas perturbados (Figuroa *et al.*, 2003; Vega & Durant, 2000).

Para el índice de Shannon – Wiener ( $H'$ ) se toma en cuenta la abundancia, riqueza y la equitatividad, el valor máximo es de cinco, aunque en ciertos casos excepcionales, algunos ecosistemas pueden arrojar resultados que sobrepasan este rango. Cualquier medición que supere el tres se considera un ecosistema con alta diversidad. La interpretación del índice es directamente proporcional: cuanto más elevado sea el valor obtenido, mayor será la riqueza biológica del entorno evaluado (Branco, 1984). En los puntos muestreados encontramos baja diversidad, pero vemos cierta equitatividad en los P6 de las 2 temporadas y tanto P2 y P8 en lluvia (Tabla 7 y 8). Esto se debe a la dominancia de la familia chironomidae y a las familias del orden ephemeroptera frente a los demás taxas de MiB. Es importante considerar que las fluctuaciones en los índices de diversidad no solo reflejan alteraciones en las condiciones ambientales, sino que también pueden ser indicativas de cambios en las relaciones entre los organismos que coexisten en el ecosistema (Ramírez, 2005). Además, estas medidas de diversidad presentan

limitaciones, ya que no consideran la familia específica de los organismos ni su capacidad para adaptarse a variaciones ambientales (Segnini, 2003), esto se puede denotar en comparación con el índice BMWP que si evidencia la calidad específica del agua.

#### **4.2 Influencia de la vegetación ribereña**

Las observaciones al largo del río Amojú muestran fuerte eliminación de la vegetación ribereña, especialmente en la parte media del río (zona urbana) y la parte baja (uso agrícola y procesos productivos de cantera). Esta alteración del ecosistema tiene múltiples consecuencias negativas: desestabiliza la temperatura a lo largo de la columna de agua, aumenta la presencia de sedimentos y de macrofitas acuáticas, además permite una mayor infiltración de sustancias contaminantes en los cuerpos acuáticos (Scalley y Aide, 2003). Como consecuencia se tiene repercusiones significativas, siendo las más notables el deterioro de la calidad hídrica y la disminución de la riqueza de especies de MiB. (Corbacho *et al.*, 2003) debido a la destrucción del hábitat de muchos de los macroinvertebrados acuáticos, especialmente de los taxones más susceptibles (Munn *et al.*, 2009; Egler *et al.*, 2012).

El índice Simpson para la diversidad de los MiB, arrojó valores significativos con relación a la vegetación ribereña, en estiaje se observó que el valor de dominancia más alto fue el P8 (Tabla 7) y en lluvia los P3, P7 y P8 oscilaron entre los valores más cercanos a uno (Tabla 8), esto coincide con los resultados obtenidos a través del material vegetativo (Tabla 13), puesto que únicamente en estos tres puntos fue posible muestrear vegetación ribereña. La densa vegetación en la cabecera del río Amojú, proporciona mayor cantidad de hábitats, alimento y refugio, que se vio reflejado en el P8, donde existe mayor ocurrencia (*Ochroma pyramidale*, *Cedrela sp* *Inga sp*), que beneficia el desarrollo de

familias de macroinvertebrados bentónicos más susceptibles con relación a las zonas con menor presencia de detritos vegetales (Siccama *et al.*, 1970; Covich *et al.*, 1988).

#### **4.3 Parámetros fisicoquímicos**

Los parámetros fisicoquímicos del río Amojú mostraron variaciones significativas solo en turbidez y profundidad entre las dos épocas de muestreo, cumpliendo en general con la normativa de los ECAs, el pH, aunque se mantuvo dentro de los límites establecidos, alcanzó un valor de 8.8 en el P4 durante la temporada de lluvia, lo que sugiere una ligera alcalinidad influenciada por desechos urbanos (Muñoz,2016). La temperatura del agua presentó variaciones estacionales marcadas, con un rango de 15°C, siendo más alta en el P2 durante la época seca, donde las condiciones lénticas favorecieron la proliferación de algas (Hanson *et al.*, 2010). La conductividad eléctrica se correlacionó con la temperatura y la presencia de contaminantes agrícolas, mostrando los valores más altos en el P2 y los más bajos en el P8, lo que indica un impacto negativo en la diversidad de organismos (Helmer,1999; Quispe *et al.*, 2016).

La turbidez alcanzó su punto más alto en el P4 (740.3 NTU), especialmente tras las lluvias, lo que se relaciona con la erosión pluvial y el transporte de sedimentos (Carrillo, 2013). Este aumento en turbidez afecta la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto, lo que a su vez impacta la composición de la comunidad biológica (Elmore & Welch, 2010). En la parte baja del río, la alta turbidez y conductividad favorecieron a grupos como chironomidae y nematoda, mientras que, en la parte alta, donde las condiciones eran más óptimas, se observaron órdenes como plecoptera, ephemeroptera y trichoptera, que son indicativos de mejor calidad ambiental (Norris & Hawkins, 2000). Los resultados revelan que las actividades antropogénicas y las

variaciones estacionales influyen considerablemente en los parámetros fisicoquímicos del río, afectando la salud del ecosistema acuático.

#### **4.4 Catálogo de macroinvertebrados bentónicos del río Amojú**

En el contexto de la gestión del recurso hídrico en la ciudad de Jaén, la implementación de un mecanismo para vigilar los ecosistemas, donde participen tanto pobladores como actores locales, representa una vía práctica hacia la gestión integrada y sustentable de los recursos naturales, este catálogo de macroinvertebrados bentónicos del río Amojú resulta una herramienta útil y de relevancia científica y ecológica, pues estos organismos son bioindicadores clave en el monitoreo de la salud de los ecosistemas acuáticos (Salamanca, 2013). Sin lugar a duda, este registro de entomofauna acuática desempeñará un papel fundamental en la caracterización biológica y ecológica integral de la calidad del agua del río Amojú, además de mostrar la riqueza de taxas, influenciando a más estudiosos interesarse por evaluación biológico a través de MiB.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- El presente estudio evidencia un deterioro progresivo de la calidad del agua del río Amojú, principalmente por las actividades humanas en la parte media y baja de la cuenca donde está gravemente deteriorado, este patrón sugiere que la zona alta del río, aunque presenta ciertas alteraciones, aún conserva condiciones relativamente favorables para la biodiversidad acuática. En cambio, la parte baja muestra un ecosistema gravemente impactado, con una reducción de especies sensibles y predominio de organismos tolerantes a la contaminación.
- La significativa reducción de vegetación ribereña en la zona urbana coincide con la disminución de la calidad del agua, lo que evidencia que el deterioro de la cobertura vegetal tiene un impacto directo en la salud de la entomofauna acuática. La pérdida de vegetación ribereña estaría favoreciendo la erosión, además de aumentar la escorrentía de contaminantes y alterando las condiciones fisicoquímicas del agua, afectando negativamente a los organismos más sensibles. La presencia de macroinvertebrados menos tolerantes en estas áreas sugiere que el deterioro del hábitat está generando un ambiente desfavorable para especies que requieren mejores condiciones ecológicas.
- Las implicaciones prácticas de nuestros hallazgos incluyen un catálogo ilustrado de MiB como herramienta útil que contribuye al conocimiento para evaluaciones futuras a la calidad de este río y otros ríos con características semejantes a nivel regional.

## 5.2 Recomendaciones

- Realizar más estudios en toda la microcuenca del río Amojú, ya que los datos pueden diferir en la calidad de agua y la taxonomía de los macroinvertebrados bentónicos; estos puntos a estudiar son: San José de la Alianza, Miraflores, La Virginia y San Francisco.
- Emplear distintos Índice bióticos de calidad ambiental para complementar el trabajo y registrar datos más exactos, entre estos índices se encuentran: ASPT (Puntaje Promedio de Taxa), EPT (Índice Biótico Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), QBR-And (Índice de calidad de la vegetación de ribera andina) y el Índice Biótico de Familias (IBF).
- Calibrar los equipos usados in situ y ex situ para evitar alteraciones en los resultados del estudio, además de adquisición de nuevos equipos que ayuden a complementar los estudios evaluación de la calidad de aguas en la facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental.
- Impulsar estudios complementarios que aporten información y se trabajen en conjunto con los índices bióticos como estudios de Impacto Ambiental, permitiendo medir la respuesta de la biodiversidad y el equilibrio ecológico a los cambios inducidos por el ser humano, además estudios de Evaluación de Hábitats Críticos para Especies Acuáticas Sensibles.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. 2009. Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas. Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona. España
- Alomía, J., Iannacone, J. A., & Ventura, L. A. (2017). Macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del río Huallaga, Perú. *The Biologist* (Lima). 15(1), 65-84. <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/144/136>
- Autoridad Nacional del Agua – ANA. (25 de abril del 2020). *Jaén: tras aislamiento social obligatorio río Amoju se recupera*. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/noticia/jaen-tras-aislamiento-social-obligatorio-rio-amaju-se-recupera>
- Autoridad Nacional del Agua - ANA. (26 de noviembre del 2012). *Gestión de la calidad de los recursos hídricos en el Perú*. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/noticia/jaen-tras-aislamiento-social-obligatorio-rio-amaju-se-recupera>
- Bailey, R.C., Linke, S., & Yates, A.G. (2003). Bioassessment of freshwater ecosystems using the reference condition approach, USA. *The University of Chicago Press*. 33(4), 1204-1211. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=25030380100>
- Barbour, M. T., J. Gerrisen, B. Snyder & S. James. 1999. Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish (Second ed.). Washington, DC 20460: U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water

- Bonada, N., Prat, N., Resh, V.H., & Statzner, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Revisión Anual de Entomología*, 51, 495-523. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>
- Branco, S. (1984). *Limnología Sanitaria, Estudio de la contaminación de aguas continentales*. OEA. Washington: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Caicedo, O. & Palacios, J. 1998. Los macroinvertebrados bentónicos y la contaminación orgánica en la quebrada de La Mosca (Guarne, Antioquia, Colombia). *Actualidades Biológicas*, 20: 61-73
- Corbacho, C., Sánchez, J.M., & Costillo, E. 2003. Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agricultural landscapes of a Mediterranean area. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 13: 495-507
- Covich AP. Geographical and historical comparisons of neotropical streams – biotic diversity and detrital processing in highly variable habitats. *J N AM BENTHOL SOC*. 1988; 7:361-386.
- Egler, M., Buss, D., Moreira, J., & Baptista, D. 2012. Influencia de la agricultura, uso de la tierra y los plaguicidas sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en una cuenca agrícola en el Sudeste de Brasil. *Braz J Biol*. 72: 437-443.
- Fishar, M., Thorne, R., & Williams, W. (2006). Physico-chemical conditions and macroinvertebrate fauna in the River Nile from Aswan to Cairo. *Revista Africana de Ciencias Acuáticas*, 31(2), 247–259. <https://doi.org/10.2989/16085910609503894>
- Figuerola, R., Valdovinos, C., Araya, E., & Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Sociedad Biológica de*

Chile. 76(2), 275-285. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-078X2003000200012](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2003000200012)

Green, J., & W. Swietlik. 2000. A Stream Condition Index (SCI) for west Virginia wadeables stream. Tetra Tech: 80 pp

Machato, V; Granda, R; Endara, A. (2018). Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.369>

Marcelo, J., Reynel, C; Zevallos, P., Bulnes, Fernando., & Pérez, A. (2007). Diversidad, composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú. *Ecología Aplicada*, 6(1-2), 9-22. Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162007000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162007000100002&lng=es&tlng=es).

Medina, C., Hora, M., Ascencio, I., Pereda, W., & Grabiell, R. (2013). El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad, Perú. 2008. *Sciendo*. 13(1-2). <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/280>

Mello, L., & Abessa, D. (2021). Uso de macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade da água na Cachoeira do Paraíso (Parque Estadual do Itinguçu, Peruíbe, SP, Brasil). In SciELO Preprints. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.2731>

Munn, M., Waite, I., Larsen, D., Herlihy, A. (2009). *The relative influence of geographic location and reachscale habitat on benthic invertebrate assemblages in six ecoregions*. Environ Monit Assess 154: 1-14.

- Muñoz, C. (2016). Caracterización fisicoquímica y biológica de las aguas del río grande - Celendín-Cajamarca. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1755/tesis%20%28CARMEN%20MU%c3%91OZ%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Paredes, C., Iannacone, J., & Alvarino, L. (2004). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú. *Revista Peruana de Entomología*. 44(107-118). <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v44/pdf/a17v44.pdf>
- Salcedo, S., Artica, L., & Andrea, F. (2013). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*. 3(2), 124-139. [https://www.researchgate.net/publication/287844811\\_Macroinvertebrados\\_bentonicos\\_como\\_indicadores\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_agua\\_en\\_la\\_microcuenca\\_San\\_Alberto\\_Oxapampa\\_Peru](https://www.researchgate.net/publication/287844811_Macroinvertebrados_bentonicos_como_indicadores_de_la_calidad_de_agua_en_la_microcuenca_San_Alberto_Oxapampa_Peru)
- Pujarra, S., Klosinski, D., de Almeida, F., Santos, A. P., & Moretto, Y. (2017). Distribución de comunidades bentónicas en relación a la integridad ambiental de arroyos subtropicales. *Ecología Austral*, 27(3), 482–491. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2017000400010&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2017000400010&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
- Pérez, A., Salazar, N., Aguirre, F., Font, M., Zamora, E., Córdova, A., Acosta, K. (2016). *Guía de los macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana*. Asociación catalana d'Enginyeria Sense Fronteres.

- Ramírez, A. (2005). *Ecología Aplicada: diseño y análisis estadístico*. Centro editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá. Colombia.
- Rodríguez E. & R. Rojas. 2002. El Herbario: Administración y Manejo de Colecciones Botánicas. *Edit. por R. Vásquez M.*, Missouri Botanical Garden, St. Louis, U.S.A.
- 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.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082016000200007&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082016000200007&lang=es)
- Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquía. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia
- Scalley, H., Aide, T.M. 2003. Riparian vegetation and stream condition in a tropical agriculture-secondary forest mosaic. *Ecological Applications* 13: 225-234. Verdonschot, PF. 2006. Data composition and taxonomic resolution in macroinvertebrate stream typology. *Hidrobiología* 566: 59-74.
- Sereviche, C., Castillo, M., Acevedo, R. (2013). *Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas*. Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso. Eumed. Recuperado de: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/index.htm>
- Siccama, T., Borman, F., Likens, G., (1970) The Hubbard Brook Ecosystem Study: Productivity. Nutrients, and Phytosociology of the Herbaceous layer. *Ecological Monographs*. 40: 389-402.

UNESCO. (2009). *Agua para el desarrollo sostenible de los asentamientos urbanos humanos*.

Autoridad Nacional del Agua.

<https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/aguadesarrollosostenible.pdf>

Vannote, R., Wayne Minshall, G., Cummins, K., Sedell, J., & Cushing, C. (1980). The river continuum concept. *In Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37, 130 - 137.

<https://www3.epa.gov/region1/npdes/merrimackstation/pdfs/ar/AR-1777.pdf>

Vega, M., & Durant, P. 2000. Fenología de efemerópteros y su relación con la calidad de agua del río Albarregas. Mérida, Venezuela. *Revista de Ecología Latinoamericana*, 7:19-27.

Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica.* 35(2), 304-308.

<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

Voelz, N., & McArthur, J. (2000) An exploration of factors influencing lotic insect species richness. *Biodiversity and Conservation.* 9:1543-1570.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo en los cinco años de nuestra carrera profesional. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A nuestros docentes, por sus enseñanzas impartidas, en especial al Dr. José Luis Marcelo Peña, gracias por ser parte de este reto, por su paciencia y apoyo constante durante todo este proceso de investigación.

Al herbario Isidoro Sánchez Vega y al Laboratorio de Biotecnología Genética y Biología Molecular de la Universidad Nacional de Jaén por permitirnos el acceso a los materiales, equipos e información durante el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. José Alberto Iannacone Oliver, responsable del Museo de Historia Natural de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal, por su colaboración en nuestro Catálogo de Macroinvertebrados Bentónicos.

Nuestro sincero agradecimiento a todos los participantes de este estudio, quienes generosamente compartieron su tiempo y experiencias, haciendo posible esta investigación, especialmente a nuestro compañero de carrera, Joel Jhonatan Carranza Sánchez.

## DEDICATORIA

Dedico este logro a mi hermano Aldo García, por ser mi fuente de inspiración. Tu guía y apoyo incondicional me han ayudado a superar cada obstáculo en este camino académico.

A mis padres Segundo García y Rosa Chuquihuanga, por ser la razón de mi existir y por todas las enseñanzas de vida que me brindaron. Este logro es por ustedes y para ustedes, gracias por su amor eterno.

A mis demás hermanos, por su cariño y aliento constante.

**Milagros Del Rosario  
García Chuquihunga.**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres José Tapia y Yoduvina Flores, quienes inculcaron en mí los valores del esfuerzo y la perseverancia sin límites. Su amor y sus enseñanzas fueron fundamentales para alcanzar esta meta, que no habría podido lograrlo sin su presencia. Les agradezco profundamente por mantener su fe en mi potencial.

A mi hermana Briana Tapia por ser mi inspiración para salir adelante.

**Ingrid Silvana Tapia Flores**

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Estaciones de muestreo



**Figura 15.** Estación de muestreo en temporada de estiaje A, P1: Puente “Pueblo Viejo” – Bellavista; B, P2: Carretera Santa Cruz – Bellavista; C, P3: Linderos (estación de servicios “San Martín”); D, P4: Puente “Pakamuros” – Jaén; E, P5: Puente “Mesones Muro” – Jaén; F, P6: Puente “Orellana” – Jaén; G, P7: Puente “La Corona” – Jaén; H, P8: Bocatoma de la CH. La pelota.



**Figura 16.** Puntos de muestreo en temporada de lluvia, A, P1: Puente “Pueblo Viejo” – Bellavista; B, P2: Carretera Santa Cruz – Bellavista; C, P3: Linderos (estación de servicios “San Martín”); D, P4: Puente “Pakamuros” – Jaén; E, P5: Puente “Mesones Muro” – Jaén; F, P6: Puente “Orellana” – Jaén; G, P7: Puente “La Corona” – Jaén; H, P8: Bocatoma de la CH. La pelota.

## Anexo 2. Trabajo de campo

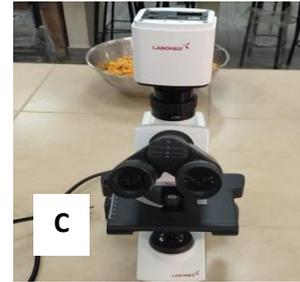
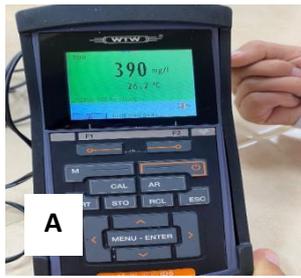


*Figura 17. Materiales y equipos de campo*

## Anexo 3. Trabajo en laboratorio



*Figura 18. Conservación de MiB*



**Figura 19.** Equipos de laboratorio, A, Equipo de multiparámetro; B, Equipo de turbidímetro; Microscopio; D, Estufa; E, Estereoscopio (software ZEN); F, Medidor multiparámetro – pH.

**Tabla 14.** Índice BMWP por puntos de muestreo de MiB en temporada de estiaje.

Familia	Puntos / estiaje						
	2	3	4	5	6	7	8
Arachnidae		5					
Acari			5	5			
Baetidae			4	4	4	4	4
Lephtophlebiidae		10	10	10	10	10	10
Trycorithidae	7	7	7	7	7	7	7
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	
Simuliidae							
Ceratopogonidae	3						
Elmidae			5	5		5	5
Psephenidae		7				7	7
Ptilodactylidae	10	10					
Sericostomatidae					6		
Leptoceridae (ramas)					6		
Leptoceridae (hojarasca)							10
Helycopsichidae		7				7	7
Hydrobiosidae		7					7
Hydropsychidae			5		5	5	5
Ptilopotamidae							8
Corydalidae							7
Naucoridae		3	3	3	3		3
Perlidae					10	10	10
Coenagrionidae	7	7	7				
Libellulidae		6					
Planorbidae		5					
Physidae	3	3	3	3	3		
Hydrobiidae		3			3		
Nematoda	1						
Erpobdellidae			3				
Glossiphoniidae	3						
Corbiculidae				0			
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>82</b>	<b>54</b>	<b>39</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>90</b>

**Tabla 15.** Índice BMWP por puntos de muestro de MiB en temporada de lluvia.

Familia	Puntos/ Lluvia							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Acari		5	5					
Arachnidae		5				5		
Baetidae				4	4	4	4	4
Lephtophlebiidae			10	10	10	10	10	10
Thrycorithidae	7		7	7	7	7	7	7
Chironomidae	2	2	2		2	2	2	
Simuliidae								5
Elmidae			5	5		5	5	5
Psephenidae								7
Helycopsichidae					7	7		7
Hydropsichidae			5	5			5	5
Leptoceridae(hojarasca)						10		
Hydroptilidae							6	
Corydalidae			7					7
Naucoridae		3	3				3	3
Veliidae			5					
Perlidae						10		
Coenagrionidae	7				7			
Gomphidae/libellulidae			8					
glossiphoniidae		3						
Erpobdellidae		3						
Naididae		1						
Nematoda		1						
Hydrobiidae		3						
Planorbidae	3	3						
Physidae	3	3	3		3			
Cambridae								8
Staphylinidae								6
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>60</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>42</b>	<b>74</b>

*Anexo 4. Ficha de campo y laboratorio*



**FICHA DE CAMPO/LABORATORIO**

**ITEM 1**



**Tesistas:** - García Chuquihuanga Milagros Del Rosario  
- Tapia Flores Ingrid Silvana

**Tema:** “Calidad del agua del río Amojú con relación a la diversidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos”.

**Temporada:**

<b>DATOS – PARÁMETROS FISIQUÍMICOS</b>	<b>Punto N°1</b>	<b>Punto N°2</b>	<b>Punto N°3</b>	<b>Punto N°4</b>
Fecha				
Punto geográfico (msnm)				
Temperatura (Agua) °C				
Conductividad Eléctrica $\mu\text{s}/\text{cm}$				
Oxígeno disuelto				
Ph				
Turbidez				
Profundidad				
Observaciones				

**Figura 20.** *Ficha de campo/laboratorio para parámetros fisicoquímicos ITEM1*



## FICHA DE CAMPO/LABORATORIO

### ITEM 2



**Tesistas:** - García Chuquihuanga Milagros Del Rosario  
 - Tapia Flores Ingrid Silvana

**Tema:** “Calidad del agua del río Amojú con relación a la diversidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos”.

**Temporada:**

DATOS – PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	Punto N°5	Punto N°6	Punto N°7	Punto N°8
Fecha				
Punto geográfico (msnm)				
Temperatura (Agua) °C				
Conductividad Eléctrica $\mu\text{s}/\text{cm}$				
Oxígeno disuelto				
Ph				
Turbidez				
Profundidad				
Observaciones				

**Figura 21.** Ficha de campo/laboratorio para parámetros fisicoquímicos ITEM 2



*Anexo 5. Muestras de la vegetación ribereña del río Amojú*



HERBARIO ISV

MALVACEAE  
*Ochroma pyramidale*

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Bocatoma de la CH. La pelota

Bosque estacionalmente seco  
Árbol de 11 m

Fecha: 5 de marzo del 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.

Colecta N° B004

*Figura 23. Material vegetativo. (Ochroma pyramidale)*



*Figura 24. Material vegetativo: (Tessaria integrifolia)*



HERBARIO ISV

CANNABACEAE  
*Trema micrantha*

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Linderos (estación de servicios San Martín)

Bosque estacionalmente seco  
Arbusto de 2 m, produce pequeñas  
flores monoicas una vez al año  
Fecha: 5 de marzo del 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.  
Colecta Nº L001

*Figura 25. Material vegetativo: (Trema micrantha)*



**HERBARIO ISV** 

URTICACEAE  
*Phenax sp*

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Linderos (estación de servicios San Martín)

Bosque estacionalmente seco  
Hierbas, arbustos; tallos sintricomos urticantes, no liberando látex acuoso.

Fecha: 5 de marzo de 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.

Colecta N° L004

*Figura 26. Material vegetativo: (Phenax sp)*



**HERBARIO ISV** 

LAURACEAE  
*Persea caerulea*

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Bocatoma de la CH. La pelota

Bosque estacionalmente seco  
Árbol de 5 metros, hojas simples,  
con pecíolos rojizos.

Fecha: 5 de marzo del 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.

Colecta N° 8009

*Figura 27. Material vegetativo: (Persea caerulea)*



**HERBARIO ISV** 

MUNTINGIACEAE  
*Muntingia calabura*

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Puente Corona-Jaén

Bosque estacionalmente seco  
Árbol de 6 m, fruto esférico de color  
rojo oscuro

Fecha: 5 de marzo del 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.

Colecta N° C002

*Figura 28. Material vegetativo: (Muntingia Calabura)*



HERBARIO ISV

FABACEAE  
*Senna sp*

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Puente Corona-Jaén

Bosque estacionalmente seco  
Árbol de 3 metros, con flores  
amarillas

Fecha: 5 de marzo del 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.

Colecta N° C001

Figura 29. Material vegetativo: (*Senna sp*)



**HERBARIO ISV** 

ASTERACEAE  
*Vernonanthurus* sp

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Bocatoma de la CH. La pelota

Bosque estacionalmente seco  
Arbusto de 3 m, con flores blancas

Fecha: 5 de marzo de 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.

Colecta N° B007

**Figura 30.** Material vegetativo: (*Vernonanthurus* sp)



**HERBARIO ISV**   
LEGUMINOSAE  
*Inga Sp*

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Bocatoma de la CH. La pelota

Bosque estacionalmente seco  
Árbol de 5 m, que tiene vainas  
grandes

Fecha: 5 de marzo del 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.  
Colecta N° B00

*Figura 31. Material vegetativo: (Inga sp)*



*Figura 32. Material vegetativo: (Cedrela sp)*



*Figura 33. Material vegetativo: (Monactis sp)*



**HERBARIO ISV**

PIPERACEAE  
*Piper sp*

Región: Cajamarca. Provincia: Jaén. Distrito: Jaén.  
Sector: Linderos (estación de servicios San Martín)

Bosque estacionalmente seco  
Son arbustos o trepadoras,  
raramente hierbas.

Fecha: 5 de marzo del 2024

Ingrid Tapia F. & Milagros García C.

Colecta N° L004

*Figura 34. Material vegetativo: (Piper sp)*

*Figura 35. Documentación de acreditación de macroinvertebrados*



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**



**CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS**

Lima, 15 de septiembre del 2024 (AUT-ICD-2017-008)  
0131-2024

El Dr. José Alberto Iannacone Oliver, en calidad de Responsable del Museo de Historia Natural de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática – Universidad Nacional Federico Villarreal deja constancia que se ha identificado material de Macroinvertebrados Bentónicos (MIB) del proyecto de investigación denominado: "Calidad del agua del río Amojú con relación a la diversidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos", perteneciente a Ingrid Silvana Tapia Flores y a Milagros del Rosario García Chuquihuanga, con DNI: 74206009 y 74169606, respectivamente. La identificación de las muestras de MIB es como sigue:

ORDEN	FAMILIA
COLEOPTERA	Elmidae
COLEOPTERA	Philodactylidae
COLEOPTERA	Psephenidae
COLEOPTERA	Staphylinidae
COLEOPTERA	Hydrophilidae
DIPTERA	Chironomidae
DIPTERA	Simuliidae
EPHEMEROPTERA	Baetidae
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae
EPHEMEROPTERA	Thryothoridae
HEMIPTERA	Nauconidae
HEMIPTERA	Velidae
MEGALOPTERA	Corydalidae
ODONATA	Coenagrionidae
ODONATA	Libellulidae
PLECOPTERA	Pertidae
TRICHOPTERA	Sericostomatidae
TRICHOPTERA	Leptoceridae
TRICHOPTERA	Helicopsychidae
TRICHOPTERA	Hydropsychidae
TRICHOPTERA	Hydrobiosidae
TRICHOPTERA	Philopotamidae
TRICHOPTERA	Elmidae
TRICHOPTERA	Calamoceratidae
LEPIDOPTERA	Cambriidae
MOLUSCA	Hydrobiidae
MOLUSCA	<i>Corbicula Fluminea</i>
MOLUSCA	Planorbidae
MOLUSCA	Physidae
HIRUDINEA	Erpobdellidae
HIRUDINEA	Naididae
HIRUDINEA	Glossiphoniidae



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**



TROMBIDIFORMES	Acari
ARANEAE	Arachnidae

Se expide esta constancia a solicitud de las interesadas para los fines que crea conveniente,

Atentamente,

Dr. José Iannacone  
Responsable del Museo de Historia Natural  
Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal Investigador  
ORCID: 000-0003-3699-4732  
Investigador RENACYT nivel Distinguido P0003007  
Scopus Author ID:13002911900

