



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

SEDE ZAMORA

PLAN DE CONTINGENCIA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA
MICROCUEENCA EL JAMBUÈ, POR MEDIO DE ANÁLISIS DE
BIODIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS”**

Tesis de Grado previa a la
obtención del título de Ingeniero en
Manejo y Conservación del Medio
Ambiente

AUTOR

Vicente Bladimir Encalada Guerrero

DIRECTOR

Lcdo. Hítalo Pucha Cofrep. Mg. Sc

ZAMORA-ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

PLAN DE CONTINGENCIA

SEDE ZAMORA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

CERTIFICACION

Señor Doctor.
Pablo Cabrera Ordoñez, Mg.Sc.
**COORDINADOR GENERAL DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**
Loja.

De mi especial consideración.

Es muy grato dirigirme a usted para expresarle un atento saludo, augurándole éxitos en tan altas funciones.

En calidad de Director del Trabajo de Titulación denominado: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA EL JAMBUÉ, POR MEDIO DE ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS”**; de autoría del Señor: **VICENTE BLADIMIR ENCALADA GUERRERO**, de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente del Plan de Contingencia de la Universidad Nacional de Loja, con Sede en Zamora, certifico que se ha realizado dentro del cronograma aprobado, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Zamora, 29 de Agosto de 2014.

Atentamente,

Lcdo. Hitalo Pucha Cofrep, Mg.Sc.
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PLAN DE CONTINGENCIA

SEDE ZAMORA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORIA

Yo, Vicente Bladimir Encalada Guerrero declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de Titulación en el repositorio institucional-biblioteca Virtual.

AUTOR: Vicente Bladimir Encalada Guerrero

FIRMA: 

CÉDULA: 1900623297

FECHA: Loja, 28 de Noviembre de 2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, Vicente Bladimir Encalada Guerrero. Declaro ser autor de la Tesis titulada "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA EL JAMBUÈ, POR MEDIO DE ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS". Como requisito para optar al Grado de: INGENIERO EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Loja, a los 28 días del mes de noviembre del dos mil catorce, firma el autor:

AUTOR: Vicente Bladimir Encalada Guerrero

FIRMA: 

CÉDULA: 1900623297

DIRECCIÓN: Av. Del Ejército y Flavio Paz

CORREO ELECTRÓNICO: blasenca@hotmail.com

TELÉFONO: 073060102 CELULAR: 0994754039

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Lcdo. Hítalo Stalin Pucha Cofreg, Mg. Sc.

TRIBUNAL DE GRADO:

Ing. María Luisa Díaz López, Mg.Sc. (Presidenta)

Ing. Galo Ramos Campoverde, Mg.Sc. (Vocal)

Ing. Hilter Figueroa Saavedra, Mg.Sc. (Vocal)

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico en forma especial a mi hija Alisson quien es mi fuerza para alcanzar las metas que me he propuesto, a mi Esposa que es un ser maravilloso y quien me ha apoyado de manera incondicional en las actividades que realizo, a mi querido Dios, porque sin su ayuda espiritual, no hubiera podido enfrentar todos los obstáculos que se presentaron en el trayecto de este camino, a mis Padres por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por ser el pilar fundamental de mi fortaleza y por haber puesto en mi camino a personas que me supieron ayudar incondicionalmente en el desarrollo de esta investigación

Agradezco de forma especial a las siguientes personas: al Ingeniero René Cabrera, quien me ha brindado su apoyo incondicional desde el principio de mi proyecto.

Agradezco a mi Esposa que me apoyó y me dio energía para realizar de la mejor manera este proyecto, a mi hermosa y amada familia, sin ustedes no habría podido llegar a este punto, he necesitado su cariño, comprensión y su apoyo incondicional en unas dosis extremadamente elevadas.

Agradezco a mi director de tesis al Mg. Sc. Hítalo Pucha Cofrep, que tuvo gran comprensión y paciencia para ayudarme a realizar de la mejor manera ésta Tesis de Grado.

Y a todas las personas que de una u otra manera aportaron con un granito de arena para que se lleve a cabo esta investigación.

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
Portada	i
Certificación del Tribunal Calificador	ii
Certificación del Director de Tesis	iii
Autoría	iv
Carta de Autorización de Tesis	v
Dedicatoria	vi
Agradecimientos	vii
Índice	viii
A. Título	xiii
B. Resumen	xiv
B. Summary	xv
C. Introducción	1
D. Revisión de literatura	4
1. El agua	4
1.1. Calidad del agua	4
1.1.2. Ecosistema acuático	6
1.1.3. Contaminación del ambiente acuático	6
1.1.4. Análisis de los cuerpos de agua	7
1.2. Los macroinvertebrados	7
1.2.1. Estructura de un macroinvertebrado	9
1.2.1. Taxas recomendadas como indicadores	9
1.2.3. Principales ordenes de macroinvertebrados comunes	10
1.2.4. Procedimientos para muestrear los macroinvertebrados	17
1.2.5. Monitoreo del hábitat	18
1.2.6. Protocolo por el sistema de secuencia de evaluación visual	18
1.3. Métodos biológicos para la evaluación de calidad del agua	21
1.3.1. Métodos ecológicos	21
1.3.2. Índices de diversidad	22

1.3.3. Índices biológicos	25
1.3.3.1. Índice EPT	25
1.3.3.2. Índice Biological Monitoring Party (BMWP-R)	26
1.3.3.3. Índice de sensibilidad	27
1.4. Marco legal del recurso agua en Ecuador	27
E. Materiales y métodos	29
1. Materiales	29
2. Método	29
2.1. Ubicación Política y geográfica del área de estudio	29
2.2. Aspectos biofísicos y climáticos	30
2.3. Tipo de investigación / estudio	31
2.4. Metodología para el primer objetivo	31
2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
2.4.1.1. Observación directa	35
2.4.1.2. Procedimiento de colecta de macroinvertebrados	35
2.4.1.3. Procedimiento para identificación	37
2.5. Metodología segundo objetivo	37
2.6. Metodología tercer objetivo	38
F. Resultados	39
1. Resultados del primer objetivo específico	40
2. Resultados del segundo objetivo específico	54
3. Resultados del tercer objetivo específico	61
G. Discusión	73
1. Discusión del primer objetivo específico	73
2. Discusión del segundo objetivo específico	75
H. Conclusiones	77
I. Recomendaciones	79
J. Bibliografía	80
K. Anexos	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Los macroinvertebrados acuáticos indicadores de buena calidad del agua	15
Tabla 2. Valores para determinar en qué estado se encuentra el hábitat de los ríos	19
Tabla 3. Parámetros, y valores para evaluación visual	19
Tabla 4. Valores del índice de <i>Shannon</i> .	23
Tabla 5. Criterios de valoración para evaluar la calidad del agua con el índice EPT	25
Tabla 6. Criterios para valoración de la calidad de agua utilizando el índice BMWP-R	26
Tabla 7. Valoración de la calidad del agua utilizando índice de sensibilidad.	27

INDICE DE FOTOS

Foto 1. Red de patada contra corriente	35
Foto 2. Remoción de piedras	36
Foto 3. Búsqueda de macroinvertebrados	36
Foto 4. Identificación de macroinvertebrados	37
Foto 5. La Pituca, estación uno (código M1)	108
Foto 6. Jambué Alto, estación dos (código M2)	108
Foto 7. Jambué Bajo, estación tres	108
Foto 8. Congruencia Rio Zamora-Jambué	108
Foto 9. Intervención de actividades antropogénicas, estación tres, Jambué Bajo	108
Foto 10. Presencia de cultivos, estación dos, Jambué Alto	108
Foto 11. Espécimen de la familia Leptophlebiidae	109
Foto 12. Espécimen de la familia Psephenidae parte inferior	109
Foto 13. Espécimen de la familia Psephenidae parte superior	109
Foto 14. Espécimen de la familia Perlidae	109
Foto 15. Espécimen de la familia Hydropsychidae	109

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Puntos de georreferencia de las estaciones de muestreo	34
Cuadro 2. Análisis de protocolo por el sistema de secuencia de evaluación visual	39
Cuadro 3. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (códigoM1) la Pituca, según el índice de Shannon.	41
Cuadro 4. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (códigoM2) Jambué Alto, según el índice de Shannon.	42
Cuadro 5. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (códigoM3) Jambué Bajo, según el índice de Shannon.	43
Cuadro 6. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué Congruencia Rio Zamora-Jambué, según el índice de Shannon.	44
Cuadro 7. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código1), la Pituca, según el índice de Simpson.	45
Cuadro 8. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código2) Jambué Alto, según el índice de Simpson.	46
Cuadro 9. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código3) Jambué Bajo, según el índice de Simpson.	47
Cuadro 10. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código4) Congruencia Rio Zamora-Jambué, según el índice de Simpson.	48
Cuadro 11. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código1) La Pituca, según el índice de Margalef.	49
Cuadro 12. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código2) Jambué Alto, según el índice de Margalef.	50
Cuadro 13. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código3) Jambué Bajo, según el índice de Margalef.	51
Cuadro 14. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué Congruencia Rio Zamora - Jambué, según el índice de Margalef.	52
Cuadro 15. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué en las cuatro estaciones de muestreo, según los índices de Shannon, Simpson y Margalef.	53

Cuadro 16. Análisis de densidad relativa de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué.	53
Cuadro 17. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código1) La Pituca, según el índice EPT	54
Cuadro 18. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código2) Jambué Alto, según el índice EPT	56
Cuadro 19. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código3) Jambué Bajo, según el índice EPT	57
Cuadro 20. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código4) Congruencia Rio Zamora - Jambué, según el índice EPT	59
Cuadro 21. Análisis de la calidad del agua de las cuatro estaciones, según el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)	60

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación geográfica del área de estudio	29
Mapa 2. Estaciones de muestreo de macroinvertebrados	34

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Estructura de un macroinvertebrado	9
Imagen 2. Nemouridae	10
Imagen 3. Hydroptilidae	11
Imagen 4. Hydraenidae	12
Imagen 5. Libellulidae	13
Imagen 6. Isonychiidae	14

A. TÍTULO

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA
EL JAMBUÈ, POR MEDIO DE ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD DE
MACROINVERTEBRADOS”**

B. RESUMEN

Para el desarrollo del proyecto, se procedió a crear puntos de muestreo, abarcando de cierta manera los tramos bajos, medios y altos de la microcuenca las muestras fueron recolectadas todo el mes de abril, se definieron cuatro estaciones de muestreo en las cuales se hicieron cuatro réplicas de recolección de macroinvertebrados recolectados a través de una red de patada.

La investigación fue no experimental, para conocer sobre los macroinvertebrados se necesitó documentación de investigaciones anteriores, en la salida de campo se realizó la recolección en su hábitat, después se procedió a describir el hábitat de los macroinvertebrados para determinar la calidad del agua, se contó cuantos macroinvertebrados hay en una determinada área y se describió las cualidades.

En toda la trayectoria de la microcuenca del Jambué se colectó un total de 620 macroinvertebrados acuáticos, se distribuyeron en 5 órdenes y 11 familias. El orden Ephemeroptera fue el más abundante, seguido del orden Plecoptera con la única familia registrada, la Perlidae, de los Coleóptera se registró a las familias Haliplidae, Psephenidae, Dytiscidae y Elmidae, por parte de los Trichoptera, las familias encontradas fueron la Hydropsychidae y Glossosomatidae, como último orden encontrado en todas las cuatro estaciones, fue el orden Díptera con la única familia que se registró la Chironomidae.

Se realizó una propuesta de monitoreo ambiental de la microcuenca, con el fin de analizar la calidad de agua de la microcuenca del Jambué, esto se logró mediante los programas propuestos en el plan de monitoreo que podrán ser llevados a cabo por la autoridad competente en este caso la Junta Parroquial de Timbara.

SUMMARY

In order to elaborate and develop this research, sample points were created in order to identify and report on the low, medium and high sections of the watershed. Four sampling stations were defined in which macro-invertebrates could be collected and unique samples from these stations were obtained during the month of April, 2014.

The macro invertebrates were chosen based on prior research and were not collected by chance. Each sample, based on its unique habitat was collected during field research upon which water quality was determined. Quality and sample size was determined to be sufficient in order to clearly describe their unique composition.

In the collection station of Jambué, 620 sea macro invertebrates were collected and classified in 5 orders and 11 families. The Ephemeropterean order was the largest sample followed by the Plecoptera in which only 1 family was identified and recorded.

Additionally, the Perlidae of the Cole pter is registered to the Haliplidae, Psephenidae, Dytiscidae and Elmidae families; Trichoptera, Hydropsychidae and Glossosomatide families were also discovered.

Finally, the remaining order found in the sample sites was Diptera which belongs to the Chironomidae family.

The environmental monitoring proposal was carried out in order to analyze the water quality in the Jambué Microwatershed. This was achieved through the proposed programs in the monitoring plan so that it could be carried out by a competent authority - in this case the Timbara Parish council.

C. INTRODUCCIÓN

La provincia de Zamora Chinchipe cuenta con diversas fuentes hídricas que brindan el encanto natural a la provincia, uno de estos ríos es el Jambué que por su extensión pasa por zonas de asentamientos humanos, hoy en día existe un crecimiento poblacional elevado evidenciado en el crecimiento de la ciudad, esto está generando cambios en el entorno natural y paisajístico principalmente en el recurso agua, mismo que se ve afectado por un sin número de factores tales como el uso del agua para actividades como la agricultura y ganadería.

Los ríos de Zamora, han estado sometidos a una fuerte actividad de contaminación como sumideros de descargas domésticas y aguas residuales, existen varios factores que permiten diagnosticar la calidad del agua, uno de estos son los indicadores biológicos es decir los macroinvertebrados bentónicos, animales que habitan en diferentes ecosistemas acuáticos y que con su presencia o ausencia nos indican la calidad del agua, el uso de macroinvertebrados se ha extendido en varios lugares del mundo logrando ser un método de fácil uso y de bajo costo.

Un conocimiento preciso de la calidad de agua no involucra solamente análisis físicos y químicos, también hay que tomar en cuenta que los macroinvertebrados acuáticos son especies que demuestran cambios frente a cualquier alteración que se genera, sea esta causada de forma antrópica o natural, la diversidad de macroinvertebrados del medio acuático constituye un insumo importante en la evaluación de los cambios en la calidad del agua ya que los indicadores de buena calidad de agua son sensibles a la contaminación.

El método de análisis y monitoreo de la microcuenca a través de macroinvertebrados, fue una herramienta eficaz y de bajo costo y rápida para crear medidas de mitigación o prevención esto se lograra con el plan de monitoreo de la microcuenca, durante los últimos años la utilización de macroinvertebrados acuáticos para evaluar la calidad de agua ha venido

ganando notoriedad y es actualmente aceptada como una herramienta biológica moderna.

El presente estudio se realizó de febrero a julio de 2014, el río en estudio está ubicado en la parroquia Timbara, provincia de Zamora Chinchipe. Los resultados en la estación uno (código M1) la Pituca es la parte alta de la microcuenca que cuenta y mantiene valores altos en el total de la población colectada (**198**), los resultados obtenidos demuestran que esta estación de muestreo, el estado del agua se encuentra en muy buenas condiciones ya que en esta zona se pudo evidenciar que existe presencia de abundante fauna silvestre y a su vez no existe presencia de actividades antrópicas.

La estación dos (código M2) Jambué Alto, cuenta con un total de (**154**) macroinvertebrados colectados, analizando los resultados obtenidos se encuentra en muy buena calidad el agua de la microcuenca, en esta estación muestreada ya se puede observar presencia de intervención humana y a su vez las riveras de la microcuenca existe agricultura.

La estación tres (código M3) Jambué Bajo, en esta estación muestreada se obtuvieron una cantidad considerable de macroinvertebrados (**158**), aunque se obtuvieron más macroinvertebrados que en la segunda estación con la tabulación de datos dio como resultado que este sitio es el más bajo de todas las estaciones muestreadas por tal es la estación más afectada por el impacto de poblaciones humanas, y a su vez se evidenció que existen actividades como la agricultura y ganadería que afectan la calidad del agua de la microcuenca.

La estación 4 (código M4) congruencia río Zamora-Jambué, es la última estación muestreada cuenta con un total de macroinvertebrados colectados de (**110**), a pesar de ser la estación con menos macroinvertebrados encontrados se deduce según los resultados que se encuentra en buena calidad el agua de la microcuenca, esta es una zona con mayor sitios poblados y a su vez existe la construcción de un puente, donde para la

construcción del mismo extraen del río rocas removiendo el hábitat de los macroinvertebrados, en esta zona no se evidencian actividades antrópicas.

En los sitios conforme se transcurre río abajo hay un progresivo deterioro del ecosistema acuático producto de la alteración del hábitat por la actividad humana, mientras que cuando llegan las lluvias cambian la química del agua reduciendo la calidad del agua, alterando los arreglos de macroinvertebrados benthónicos.

OBJETIVOS.

Objetivo General:

Realizar un diagnóstico de biodiversidad por medio de macroinvertebrados, para determinar la calidad de agua de la Microcuenca del Jambué.

Objetivos Específicos:

1. Realizar el estudio de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué.
2. Determinar la calidad de agua del río Jambué por presencia de macroinvertebrados bentónicos a través del análisis del índice biológico EPT.
3. Plantear una propuesta de monitoreo de la calidad de agua por medio de uso de macroinvertebrados que sea aplicable por la población.

D. REVISIÓN DE LITERATURA

1. El Agua

De acuerdo a Bustos, F. (2007):

El agua es el recurso natural renovable que ejerce la acción más limitativa del desarrollo humano, tal como se presenta en la naturaleza, no es una sustancia químicamente pura, ya que debido a su gran poder de disolución y a su capacidad de transporte contiene una cantidad variable de otras sustancias en suspensión o en solución coloidal, de ahí que resulte difícil definir la contaminación del agua y determinar su grado si no se conocen las características físicas, químicas, y biológicas de una determinada agua con carácter previo a que se produzca dicha contaminación.

Carrera, C y Fierro, K. (2001) sostienen que:

El agua es el elemento más abundante del planeta, y es vital para todos los seres vivos que habitan en él. Los océanos, mares, lagos, ríos y demás lugares que contienen agua, cubren alrededor del 70%. Sin embargo, de toda el agua existente en la naturaleza, la mayor parte es salada y tan sólo un pequeño porcentaje (1%) es de agua dulce, en todo el mundo, el agua se encuentra distribuida en forma desigual. Existen zonas donde el agua y sus seres vivos son abundantes, y zonas desérticas donde ocurre lo contrario: el agua es escasa y sus seres vivos también.

1.1. Calidad del Agua.

La calidad del agua se puede determinar mediante análisis fisicoquímico, junto con los bacteriológicos y biológicos. Dentro de los primeros se incluyen la temperatura ambiental y del agua, el oxígeno disuelto, el pH, el nitrógeno, el fósforo, la alcalinidad, la dureza, los iones totales disueltos y los contaminantes industriales y domésticos que pueda

tener, conductividad eléctrica, caudal, nitritos, nitratos, DBO, DQO; entre otros (Ruíz, 2002).

Los análisis bacteriológicos, se hacen general y rutinariamente en las plantas potabilizadoras de agua para determinar la posible contaminación del agua por materias fecales. Su objetivo es prevenir efectos negativos sobre la salud humana. Los biológicos consisten en la identificación de la flora y fauna acuática presente en un cuerpo de agua bajo condiciones naturales o perturbadas (Roldan y otros, 2001).

Las aguas fecales en ningún caso se podrían considerar de buena calidad apropiada para la bebida y uso doméstico, por los problemas sanitarios que conllevaría. Sin embargo, por su alto contenido en materia orgánica resultarían excelentes para el riego de plantas ornamentales o de plantaciones forestales, del mismo aguas de altas montañas, intuitivamente se asociarían con pureza y buena calidad, podrían resultar poco apropiadas para la bebida al calmar escasamente la sed, por su bajo contenido en sales y por su bajo pH que les confiere un carácter corrosivo del esmalte dental (Alba Tercedor, 1996). Por otro lado, algunos autores definen la calidad del agua como su aptitud para los usos beneficiosos a que se ha venido dedicando en el pasado, es decir, como medio de sustento para el ser humano y los animales, para el riego de la tierra y la recreación entre otras cosas (Correa, 2000).

Desde el punto de vista de Alba Tercedor, (1996) considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que les son propias. Chapman (1996) define a la calidad del ambiente acuático como la composición y bienestar de la biota en un cuerpo de agua, al evaluar la calidad de las aguas mediante el estudio de la composición y estructura de comunidades de organismos surge el término de calidad biológica.

1.1.2. Ecosistema Acuático.

El ecosistema acuático ya sea estuario, laguna, charca estacional, embalse, río, etc., se compone de elementos que dependen de los aportes alóctonos y de la capacidad de reciclamiento de materia orgánica, entre estos se pueden nombrar factores bióticos como fitoplancton, zooplancton, bentos, necton y dentro de los abióticos están temperatura, luz, nutrientes, pH, gases disueltos, sustrato, entre otros, a regulación poblacional es esencial en la permanencia de las especies dentro de un ecosistema establecido. (Roldán, 2003). Para Rosenberg y Resh (1993) el ecosistema acuático tiene varias ventajas al poseer macroinvertebrados acuáticos entre ellas tenemos son omnipresentes en diferentes tipos de sistemas acuáticos y en diversos hábitats dentro de los sistemas, presentan gran número de grupos taxonómicos, suministrando un amplio espectro de respuestas al estrés ambiental, por su naturaleza sedentaria permiten el análisis espacial del efecto de la perturbación, por tener ciclo de vida comparativamente más largo permite la valoración temporal de las alteraciones provocadas por la perturbación.

Los insectos acuáticos ejercen numerosos papeles relacionados con la actividad biológica de los ecosistemas, estas actividades modifican las propiedades físicas y químicas del agua que influyen en el ecosistema además los hábitos de alimentación de los insectos acuáticos favorecen la interacción entre la micro-flora y los demás componentes de la fauna como los protozoos, incrementándose así el flujo de carbono y el reciclaje de nutrientes (Velásquez y Miserendino, 2003).

1.1.3. Contaminación del ambiente acuático

De acuerdo a Chapman (1996) la contaminación del ambiente acuático se debe principalmente a la introducción directa o indirecta de sustancias por el hombre, algunas de las consecuencias más relevantes son el daño a organismos vivos, peligros a la salud humana, interferencia a

actividades acuáticas que incluyen la pesca y disminuir la calidad de agua según su uso en agricultura, industria y por lo general en actividades económicas.

1. 1.4. Análisis de los cuerpos de agua.

Los estudios limnológicos están orientados a la determinación de características fisicoquímicas del agua y de las comunidades asociadas a ellas. Se parte del principio de que a cada tipo de ecosistema está asociado a una determinada comunidad de organismos (Margalef, 1983, 1998; Roldán 1992, 1996).

Las principales razones del empleo de seres vivos para monitorear la calidad de agua, son el relativo bajo costo y lo sencillo de implementar de este tipo de estudios, en comparación con los análisis químicos o de toxicidad que son mucho más costosos, las comunidades de macroinvertebrados son buenos indicadores de alteraciones locales. También son importantes porque permiten reflejar cambios ambientales acumulativos en períodos de tiempo relativamente cortos (Montejano, 1999). De los organismos que habitan ambientes lóticos, las algas y los insectos acuáticos son de los grupos que actualmente más se emplean para monitorear la calidad del agua (Barbour *et al.*, 1999).

1.2. Los Macroinvertebrados

De acuerdo a Carrera, C y Fierro, K. (2001):

Los macroinvertebrados acuáticos son bichos que se pueden ver a simple vista, se llaman macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas.

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua y al usarlos en el monitoreo, puede entender

claramente el estado en que ésta se encuentra, algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación.

Por ejemplo, las moscas de piedra del orden Plecóptera, sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada. No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. Estos bichos, al crecer, se transforman en moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de chagas, los macroinvertebrados incluyen larvas de insectos como mosquitos, libélulas o helicópteros, chinches o moscas de aliso, inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre.

Alexander Von Humboldt. (2005) y Hellawell (1986), consideran que los macroinvertebrados sirven para estudiar cambios durante largos períodos y permiten establecer consideraciones del estado de salud en un sistema acuático, reflejando las condiciones existentes tiempo atrás antes de la toma de muestras, mostrando una respuesta inmediata ante un impacto, y “la diversidad que presentan es tal que hay una casi infinita gama de tolerancia frente a diferentes parámetros de contaminación”.

Los macroinvertebrados bentónicos tienen una gran importancia, ya que su biomasa es con frecuencia la principal componente animal del ecosistema acuático. Pertenecen a un grupo taxonómicamente muy diverso en el que se incluyen clases como la Insecta, Crustácea, Oligochaeta, Malacostraca, Turbellaria, Artrópodos, Arachnoidea y Mollusca, principalmente de insectos en su fase larvaria. (Pérez y Alfonso, 2003)

1.2. 1. Estructura de un macroinvertebrado

Las partes de un macroinvertebrado son: cabeza, labro, antenas, ojos, pronoto, pata anterior, pata media, pata posterior, mesonoto, metanoto, vestigios alares, branquias, abdomen, filamento terminal y cerci, todas estas partes se pueden divisar en la imagen 1. Es recomendable conocer las partes de estos animales para identificar su familia y género. Mafla, M (2005).

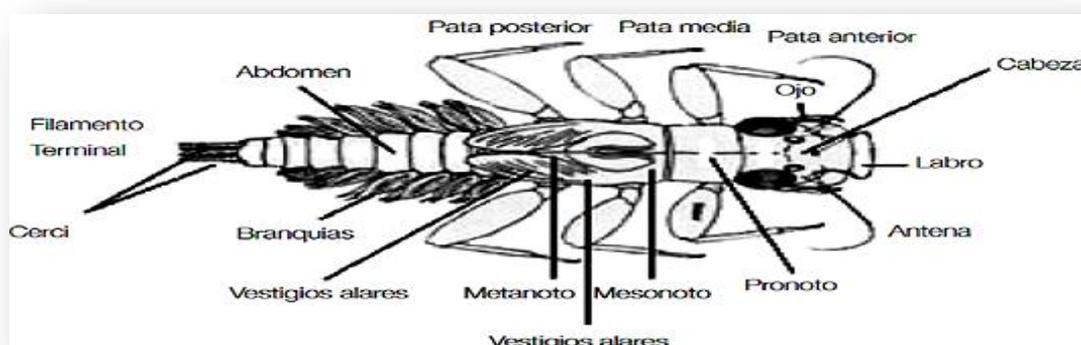


Imagen.1

1.2.2. Taxas recomendados como indicadores

Según Metcalfe (1994) y Moya (2006) indica que el uso de comunidades de macroinvertebrados acuáticos muestra una clara preferencia en evaluaciones de salubridad de los ríos, estos autores, resumen cinco principales razones por las cuales los macroinvertebrados tienen alta preferencia : las comunidades de macroinvertebrados bénticos son sensibles a varios tipos de contaminantes, ocupan varios hábitats acuáticos y son relativamente fáciles y poco costosos de coleccionar, son sedentarios, tienen ciclos de vida lo suficientemente prolongados como para permitir un registro adecuado de calidad ambiental, están representados por numerosas taxas y grupos tróficos.

Figueroa (2003), manifiesta que el uso de comunidades de macroinvertebrados bénticos presenta algunas desventajas : los muestreos cuantitativos requieren de un gran número de réplicas, existen otros factores

independientes a la calidad del agua que afectan la distribución y abundancia, las variaciones estacionales pueden complicar las interpretaciones o comparaciones, la disposición de algunos invertebrados a derivar les proporciona algunas ventajas sobre aquellos menos móviles, ciertos grupos no son bien conocidos taxonómicamente por carencia de especialistas locales, los macroinvertebrados bentónicos no son siempre sensibles a ciertas perturbaciones como patógenos humanos y cantidades bajas de algunos contaminantes.

1.2.3. Principales órdenes de macroinvertebrados comunes.

A continuación se presentara una descripción de los principales tipos de orden de macroinvertebrados para ello se tomó como base fuentes de los autores con mayor estudios de calidad de agua por medio de macroinvertebrados entre ellos esta Roldan (2003), Mafla (2005), Domínguez (2009) entre otros.

Clase Insecta: Orden Plecoptera

Según Mafla, M. (2005), el orden plecóptera son larvas que se esperan en aguas muy limpias y bien oxigenadas. Sus principales características son tener dos colitas lisas (cercis) y ser muy activos, mientras que Roldán, (1988) manifiesta que los plecóptera viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas, se ha observado en ciertos casos que son especialmente abundantes en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes rápidas y muy limpias situadas alrededor de los 2000 msnm.



Imagen 2.Nemouridae

Clase Insecta: Orden Trichoptera

De acuerdo a Roldán, G. (1988) estos insectos se caracterizan por hacer casas o refugios que construyen en estado larval, los cuales sirven a menudo para su identificación, por su considerable diversificación del hábitat, los Tricópteros desempeñan una importante labor ecológica en la mayoría de las aguas dulces, sus larvas son generalmente intolerante a la polución y esto sirve como indicador de la calidad del agua. Springer, (2006) describe a los Trichoptera como importantes, tanto en las cadenas alimentarias como el reciclaje de nutrientes, debido a su gran diversidad y el hecho de que las larvas poseen distintos ámbitos de tolerancia y según la familia o el género al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de calidad de agua y la salud del ecosistema, existen 15 familias, este orden es el grupo hermano de Lepidoptera y las larvas son similares.

Los Trichoptera junto con los Lepidoptera constituyen el supe orden Amphiesmenoptera y se dividen en tres subórdenes: Annulipalpia, Integripalpia y Spicipalpia (Angrisano, 1995).



Imagen 3. Hydroptilidae

Clase Insecta: Orden Coleóptera

De acuerdo a Roldán, G. (1988) el nombre de coleóptera se refiere a que estos insectos presentan un primer par de alas coreáceas o élitros los cuales cubren un segundo par que es membranoso en los adultos. Los Coleópteros

acuáticos adultos se caracterizan por tener un cuerpo compacto, antenas visibles y, por general, varían en forma y número de segmentos, la mayoría vive en aguas continentales lóxicas y lénticas, representadas en ríos, quebradas, riachuelos, charcas lagunas, aguas temporales, embalses y represas. Merritt y Cummins, (1996) definen a los coleópteros como el mayor orden de insectos en diversidad con alrededor de 300.000 especies, y con aproximadamente 5.000 especies acuáticas, es categorizado como uno de los principales grupos de artrópodos de agua dulce, además los coleópteros ocupan un amplio espectro de hábitats acuáticos, incluyendo sistemas de aguas frías, de corrientes rápidas, aguas salobres, aguas estancadas de estuarios y ciénagas, y costas rocosas.

Hay más de 100 familias de escarabajos y alrededor de 15 de éstas son principalmente acuáticas, aunque Hydrophilidae y Ptilodactylidae tienen también muchas especies terrestres. Algunas otras familias, principalmente terrestres, tienen muy pocas especies acuáticas o tienen algunas especies semiacuáticas, los escarabajos acuáticos habitan en casi todos tipos de agua dulce.



Imagen 4.Hydraenidae

Clase Insecta: Orden Odonata

Según Mafla, M. (2005) son insectos primitivos que pasan por un estado larval acuático seguido por la etapa adulta en la cual viven poco tiempo, la etapa de ninfa completa es acuática con excepción de algunas especies que

viven en material húmedo de plantas terrestres, madrigueras, en suelos mojados, las larvas de los Odonata son muy diferentes en apariencia que los adultos. Roldán (1988), describe a los odonatos como insectos hemimetábolos, cuyo periodo larval es acuático, empleando desde dos meses hasta tres años en su desarrollo hasta adultos, son insectos predadores de tamaño mediano a grande, con metamorfosis gradual. Los adultos son esbeltos de cuerpo robusto, con dos pares de alas reticuladas casi similares; patas bien desarrolladas; antenas en forma de pelo, aparato bucal mandibulado, del tipo masticador; ojos grandes, abdomen sin largas “colas”. Ninfas acuáticas se caracterizan por presentar aparato bucal del tipo masticador, con el *labium* alargado y articulado (pala) formando un robusto órgano prensil para sujetar la presa. Todos son acuáticos en sus etapas de larva, cerca de las 26 familias existentes, siete no se han reportado para el neo trópico y cuatro son exclusivamente neotropicales (Pseudostigmatidae, Polythoridae, Perilestidae y Heliogharitidae). Los libelúlidos de más amplia dispersión son: *Dythemis*, *Erythemis*, *Erythrodiplax*, *Miathyria*, *Micrathyria*, *Orthemis* y *Perithemis*.



Imagen 5.Libellulidae

Clase Insecta: Orden Ephemeroptera

De acuerdo a Domínguez *et al.* (2001) los Ephemeropteros como consumidores primarios, son un componente importante de la fauna bentónica, tanto en número de individuos como en biomasa. Procesan una

cantidad importante de materia orgánica, ya sea triturando las partículas grandes, o filtrando las pequeñas, por otro lado, por medio de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre. Roldán, G. (1996) describe a los ephemeropteras porque tienen corta vida o “efímera” que llevan como adultos. Algunos pueden vivir en este estado sólo 5 minutos, pero la mayoría viven entre 3 y 4 días. Durante este tiempo alcanzan la madurez sexual y se reproducen. Las ninfas viven, por lo general, en aguas corrientes limpias y bien oxigenadas, todos son acuáticos en sus etapas de larvas. Las familias pertenecientes a este periodo son: familia Leptophlebiidae, Baetidae, Euthyplocidae, Leptohypid.



Imagen 6. Isonychiidae

La Tabla 1 resume las principales características generales que presentan los macroinvertebrados bentónicos usados como bioindicadores de la buena calidad del agua. Así como también resume rasgos claves para poder realizar una identificación taxonómica rápida en el campo, y evaluarlos como bioindicadores según los índices bióticos.

Tabla 1. Los macroinvertebrados acuáticos indicadores de buena calidad del agua

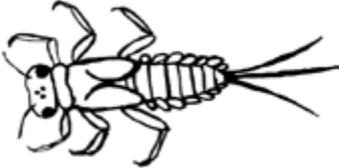
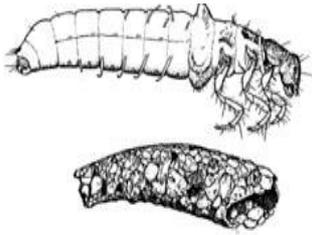
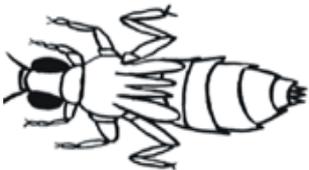
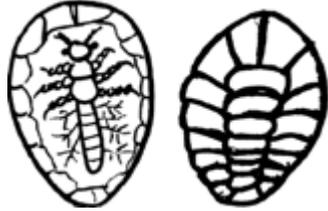
Orden de insecto	Características	Rasgos clave
PLECOPTERA	<p>-Nombre común: Moscas de las piedras (Familia más común: Perlidae)</p> <p>-Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>-Fase indicadora: Ninfas. Muy sensibles a la contaminación.</p> <p>-Alimentación: Ninfas Carnívoras en los últimos instares</p> <p>-Hábitat: Ríos de aguas turbulentas, Lechos de grava.</p>	<p>Abdomen con un par de cercos sencillos o multiarticulados. Uñas tarsales pares.</p> 
EFEMEROPTERA	<p>-Nombre común: Efímeras (Familias más comunes: Baetidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Caenidae)</p> <p>-Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>-Fase indicadora: ninfas</p> <p>-Alimentación: ninfas herbívoras</p>	<p>Abdomen generalmente con un par de cercos alargados y un filamento central normalmente visible. Uñas tarsales únicas.</p> 
TRICOPTERA	<p>-Nombre común: Frigáneas (Familias más comunes: Hidropsiphidae, Hidroptilidae, Leptoceridae)</p> <p>-Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas y pupas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>-Fase indicadora: ninfas</p> <p>-Alimentación: ninfas depredadoras o herbívoras</p> <p>-Hábitat: ríos, aguas quietas y rápidas.</p>	<p>Larvas acuáticas construyen un estuche o refugio que varía según la familia.</p> 

Tabla 1. Continuación

Orden de insecto	Características	Rasgos clave
<p>ODONATA</p>	<p>-Nombre común: Libélulas, caballitos del diablo (Familias más comunes: Libellulidae, Coenagrionidae)</p> <p>-Ciclo de vida: hemimetaboles (larvas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>-Fase indicadora: larvas</p> <p>-Alimentación: ninfas depredadoras</p> <p>-Hábitat: ríos de aguas quietas</p>	<p>Ojos compuestos prominentes. Branquias plumosas externas en la parte posterior del abdomen.</p> 
<p>COLEOPTERA</p>	<p>-Nombre común: Escarabajos (Familias más comunes: Elmidae, Ptylodactilidae, Phesenidae, Dytiscidae, Hydrophilidae)</p> <p>-Ciclo de vida: holometaboles (larvas, pupas y adultos)</p> <p>-Fase indicadora: larvas</p> <p>-Alimentación: ninfas herbívoras y depredadoras</p> <p>-Hábitat: Amplio rango indicativo: salinidad, zonas lacustres</p>	<p>Patas grandes y caminan por el fondo del agua. Respiran aire con el extremo del abdomen o disponen de apéndices filamentosos (branquias).</p> 
<p>DIPTERA</p>	<p>-Nombre común: moscas, mosquitos (Familias más comunes: Simuliidae, Tipulidae, Psychodidae, Dixidae, Athericidae, Blephariceridae).</p> <p>-Ciclo de vida: holometaboles (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</p> <p>-Fase indicadora: larvas</p> <p>-Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras</p> <p>-Hábitat: ríos de aguas estancadas.</p>	<p>Larva pequeña con protuberancias a los lados del cuerpo.</p> 

Fuente:(McGavin, 2001; Domínguez y Fernández, 2001).

1.2.4. Procedimientos para muestrear los macroinvertebrados

Para realizar el muestreo de los macroinvertebrados acuáticos se debe contar con los siguientes materiales: botas de caucho, una red con malla de 0,5 a 1mm, dos bandejas medianas de color blanco, un par de pinzas delgadas, una lupa, una guía de monitoreo, hojas de campo, lápices, alcohol, fundas plásticas.

Hay varias técnicas para realizar el muestreo de los macroinvertebrados acuáticos, por medio de la red de patada, draga Ekman, draga Peterson, red de surber.

Carrera y Fierro (2001) describe a continuación las técnicas de muestreo más comunes:

Red de Surber:

Consiste en una red sujeta a un marco metálico, que al ser abierta tiene la forma de L. A esta red se la utiliza en los ríos que no son muy profundos, con corrientes más o menos torrentosas y fondo de piedras pequeñas, donde el agua no supere los 45 centímetros o el borde superior de una bota de caucho, no es recomendable realizar este muestreo en ríos donde el agua esté tranquila y el fondo sea de arena o lodo. Para hacer esta red se elabora un par de marcos, con platinas o varillas de metal, de 30 centímetros de alto por 30 centímetros de ancho; únalos por uno de sus lados formando una L, al primer marco se le coloca una red en forma de cono de 40 a 45 centímetros de profundidad, esta red o malla puede ser de nylon, plástico o tela muy fina, pero resistente, y con un ojo de red o malla de 0,5 a 1 milímetro.

Red de patada:

Se la llama de “patada” porque mientras uno de los miembros de la pareja da patadas, removiendo el fondo, la otra persona coloca la red

río abajo para atrapar a los macroinvertebrados, esta red se la construye con una malla plástica o metálica de aproximadamente un metro cuadrado, el ojo de la malla debe ser de 0,5 a 1 milímetro. Después se clava, amarra y atornilla, a los lados de la red, palos de un metro y medio de largo.

1.2.5. Monitoreo del hábitat

El monitoreo de un hábitat es una técnica utilizada para evaluar el estado, así como para seguir la evolución espacio-temporal, de un hábitat específico y sus condiciones. Al monitorear un hábitat se podrán obtener datos de corto y largo plazo, el monitoreo da resultados específicos de cualquier hábitat, comprende todas las características físicas de un lugar concreto o sitio donde vive un organismo, ya sea animal o planta (Mafla *et al.* 2005).

1.2.6. Protocolo por el sistema de secuencia de evaluación visual.

El protocolo por el sistema de secuencia de evaluación visual SVAP, evalúa el hábitat físico de los ríos en estudio, mediante la asignación de puntajes entre 1 a 10. Se toma en cuenta ciertos parámetros. Los parámetros se califica aplicando altos puntajes (9,6 a 10) para ríos que tienen condiciones sanas, y puntajes bajos (2,2 a 1) para ríos que se encuentran en mal estado (Mafla *et al.*2005).

Las ventajas de utilizar este proceso de evaluación del hábitat son : que no necesita que alguien sea experto en ciencias acuáticas, está diseñado para grupos y es práctico para desarrollarse con estudiantes, es un sistema de evaluación de ríos y quebradas que puede ser utilizado a través de los años para realizar un monitoreo continuo de calidad.

Los parámetros que se evalúan son: Apariencia del agua, cobertura vegetal, presencia de desechos sólidos, presencia de cultivos cerca del rio, presencia de estiércol, refugio para peces, refugio para macroinvertebrados (insectos), aumento de nutrientes de origen orgánico.

Tabla 2. Tabla de valores para determinar en qué estado se encuentra el hábitat de los ríos

RANGO DE VALORES	CATEGORÍA
9.6-10	Excelente
7.7-8.5	Bueno
6.1-7.0	Regular
3.1-5.3	Pobre
1.0-2.2	Muy pobre

Fuente: Mafla et al. 2005

Tabla 3. Parámetros, y valores para evaluación visual

Parámetros	Características y valores			
Apariencia del agua	Transparente Val. (10)	Turbia Val. (7)	Muy turbia Val. (3)	Permanece turbia todo el tiempo Val. (1)
Cobertura vegetal	Existe mayor presencia de árboles Val. (10)	Pocos árboles Val. (7)	Muy pocos árboles Val. (3)	No existe presencia de árboles Val. (1)
Presencia de desechos sólidos	No existe presencia de basura Val.(10)	Presencia de muy poca basura Val. (7)	Presencia moderada de basura dentro del río Val. (3)	Abundancia de basura en todo el trayecto del río Val. (1)
Presencia de cultivos cerca del río	No existe ningún tipo de cultivo Val. (10)	Existe pocos cultivos Val. (7)	Existen muchos cultivos Val. (3)	Presencia de demasiados cultivos a lo del río Val. (1)

Tabla 3. Continuación

Parámetros	Características y valores			
Presencia de estiércol	No hay estiércol o presencia de animales cerca del río Val. (10)	Poca presencia de ganado pero a una distancia prudente de la orilla del río Val. (7)	Existe mucho estiércol en el río Val. (3)	Demasiado estiércol a lo largo del río Val. (1)
Refugio para peces	Más de siete tipos de refugio Val. (10)	Seis o siete tipos de refugio Val. (7)	Dos o tres tipos de refugio Val. (3)	Cero o un tipo de refugio Val. (1)
Refugio para macroinvertebrados (insectos)	Cinco o más tipos. Ramas y troncos caídos en el río Val. (10)	Tres a cuatro tipos. Árboles inclinados en el río Val. (7)	Uno o dos tipo. Fondo del río cubierto de sedimentos Val. (3)	No existe presencia de hábitats Val. (1)
Aumento de nutrientes de origen orgánico	No hay presencia de algas filamentosas Val. (10)	Moderado crecimiento de algas Val. (7)	Abundancia de algas filamentosas Val. (3)	Exceso de algas en todo el trayecto del río Val. (1)

Fuente: Mafla *et al.* 2005

Adaptación: El Autor

1.3. Métodos biológicos para la evaluación de calidad del agua

Tomando en cuenta a los organismos como indicadores de contaminación o polución se pueden distinguir los métodos biológicos para evaluar la calidad del agua, estos son: métodos ecológicos, métodos fisiológicos y bioquímicos.

Toro et, al. (2003), haciendo referencia a los métodos biológicos para evaluar la calidad de agua, enuncia lo siguiente:

Aun cuando la contaminación del agua es ante todo un problema biológico, muchos países han dependido esencialmente de parámetros físico-químicos para evaluar la calidad del agua. Para ello, se han desarrollado numerosos métodos e índices que tratan de interpretar la situación real, o grado de alteración de los sistemas acuáticos. Unos se basan exclusivamente en análisis de las condiciones químicas, que si bien “en principio” son de una gran precisión, son testigos, de las condiciones instantáneas de las aguas, y los efectos de los contaminantes se detectan si son dispuestos en el momento. Es decir, los resultados son puntuales en la dimensión cronológica y no revelan mucho de la evolución de una carga contaminante y la capacidad resiliente y amortiguadora de los ecosistemas acuáticos.

Los llamados índices biológicos informan de la situación tanto momentánea como de lo acontecido algún tiempo antes de la toma de muestras, es decir, es como tener información del presente y pasado de lo que está sucediendo en las aguas (Alba Tercedor.1988).

1.3.1. Métodos ecológicos

Se está estableciendo criterios de calidad ecológica, es decir que se pretende atender no a la cantidad del flujo vertido, sino a sus efectos

sobre el ecosistema. Y desde este punto de vista, los índices de calidad biológica aparecen como una herramienta de primera magnitud (Alba Tercedor 1996).

Son pocos los métodos que analizan la calidad del agua mediante la presencia o ausencia de especies individuales, en la mayoría de los casos se toma en cuenta la composición de toda la comunidad acuática o de un grupo taxonómico determinado como por ejemplo los macroinvertebrados. Se han propuesto modelos matemáticos que describen esta estructura y muchos autores indican que estas comunidades siguen una distribución logarítmica normal (Hellowell, 1986).

A través de estos modelos matemáticos, se pueden hacer comparaciones entre ambientes contaminados y no contaminados. Un problema frecuente en los estudios sobre calidad de las aguas consiste en condensar todos los datos de campo disponibles y presentarlos de forma clara y concisa, traduciendo la información contenida en la lista de las especies presentes en valores que indican el orden o grupo que ocupan las muestras dentro de una escala establecida. Estos valores pueden ser manejados por personas no expertas en el campo de la biología (Goitia sf, 1992).

1.3.2. Índices de diversidad

Son expresiones matemáticas que usan tres componentes de la estructura de la comunidad: riqueza (número de especies presentes), equitatividad (uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies) y abundancia (número total de organismos presentes), para describir la respuesta de una comunidad a la calidad de su ambiente. La suposición del planteamiento de la diversidad es que los ambientes no alterados se caracterizan por tener una alta diversidad o riqueza, una distribución uniforme de individuos entre las especies y una moderada a alta cantidad de individuos. (Metcalf, 1989), los índices más utilizados para medir la diversidad son:

Índice de Shannon-Wiener (1963).- Este índice refleja igualdad, mientras más uniforme es la distribución entre las especies, mayor es el valor.

Índice de Shannon-Wiener, cuya expresión es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

S= número de grupos de familias

p_i =proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

\ln = logaritmo natural

$i = 1$

$p_i = n_i/N$

n_i = número total de individuos por familia

N = número total de individuos

Tabla 4. Valores del índice de *Shannon*.

Esquema de Wilhm y Dorris 1968		Esquema de Staub et al. 1970	
H'	Calidad del agua	H'	Calidad del agua
>3	Agua limpia	3.0-4.5	Contaminación débil
1-3	Contaminación moderada	2.0-3.0	Contaminación ligera
<1	Contaminación severa	1.0-2.0	Contaminación moderada
		0.0-1.0	Contaminación severa

Fuente: Segnini, 2003

Elaborado: Autor

Índice de Simpson (1949).- Deriva la teoría de las probabilidades, es sensible a los cambios en las abundancias de las especies más frecuentes. Es adecuado para muestras pequeñas, pero hay dependencia de las especies dominantes.

Índice de Simpson:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

Donde

$p_i = N/n_i$

n_i = representa la abundancia de la especie i

N = el número total de individuos en toda la comunidad.

Como Simpson mide la Dominancia es decir nos da valores de dominancia dentro de una Comunidad, por tal motivo deberá restarse de 1 para estimar la diversidad.

Índice de Margalef (1951).- Determina la riqueza específica; pero es menos útil que los dos índices anteriores, ya que no incorpora la equitatividad.

Índice de Margalef:

$$D = S - 1/\log N$$

Dónde:

D: Valor de la diversidad

N: Número de individuos de la muestra

N_i : Número de individuos de la especies

S: Número de especies

Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad, en general resultado de efectos antropogénicas y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

1.3.3. Índices biológicos

Estudios realizados por autores como Roldan (2001) y Domínguez (2001), han demostrado que para monitoreo rutinarios de los ríos, los métodos biológicos basados en los macroinvertebrados son los más apropiados, utilizando los índices EPT, índice Biological Monitoring Party (BMWP-R), índice de sensibilidad.

1.3.3.1. Índice EPT

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera. Para la realización del análisis de este índice, primeramente se procede a colocar en una columna la clasificación de los organismos, en la siguiente columna se coloca la abundancia (es decir en número de individuos encontrados), y en la última columna se coloca los EPT presentes. Seguido a esto se divide los EPT presentes por la abundancia total, obteniendo un valor, el cual se compara con una tabla de calificaciones de la calidad del agua que va de muy buena a mala calidad (Carrera y Fierro 2001).

Tabla 5. Criterios de valoración para evaluar la calidad del agua con el índice EPT

Categoría	Índice EPT (%)	Calidad del agua
1	75-100	Muy Buena
2	50-74	Buena
3	25-49	Regular
4	0-24	Mala

Fuente: Carrera y Fierro 2001

1.3.3.2. Índice Biological Monitoring Party (BMWP-R)

Este índice fue establecido en Inglaterra en el año 1970, es un método cualitativo que indica (presencia/ausencia), es simple, rápido y se requiere solo a nivel de familia. El puntaje va de 10 a 1, dependiendo del grado de tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. La suma de los puntajes de todas las familias da el puntaje total BMWP.

Cuanto mayor es la puntuación final, menor es el grado de contaminación ambiental. Este método ha sido adaptado para la península ibérica denominándose BMWP' y para Colombia el BMWP/Col (Domínguez y Fernández, 1998). Basado en este índice se publicó una primera guía la cual fue aplicada en la mayoría de los países neotropicales (Panamá, Venezuela, Norte de Brasil) (Roldán, 1988). Para el cálculo de este índice es necesario sumar el total de las puntuaciones obtenidas por la presencia de dichas especies, el valor va desde menos 15 para aguas severamente contaminadas, hasta más de 150 donde se puede encontrar familias que son indicadoras de aguas muy limpias.

Tabla 6. Criterios para la valoración de la calidad de agua utilizando el índice BMWP-R

Clase	Calidad	BMWP-R	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias.	Azul
		101-120	Aguas poco alteradas.	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy Crítica	< 15	Aguas severamente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldan 1988

1.3.3.3. Índice de Sensibilidad

Este índice es similar que el índice Biological Monitoring Party (BMWP-R), pero se diferencia en que este incluye algunas familias que el anterior no, como Anisoptera, Gastropoda, Hydrachnidae, Turbellaria y Zygoptera; además con este índice ya se ha realizado trabajos en el Ecuador como el de Carrera y Fierro (2001). Para este análisis se toma en cuenta el grado de sensibilidad que tienen las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes.

Tabla 7. Valoración de la calidad del agua utilizando índice de sensibilidad.

Clase	Índice de Sensibilidad	Calidad del agua
1	101-145	Muy Buena
2	61-100	Buena
3	36-60	Regular
4	16-35	Mala
5	0-15	Muy mala

Fuente: Carrera y Fierro 2001

1.4.MARCO LEGAL DEL RECURSO AGUA EN ECUADOR

En lo que se refiere a la Constitución de la República del Ecuador en el marco legal del recurso agua, para el presente estudio se tomó los siguientes cuerpos jurídicos, en el Capítulo segundo del Título VII, sección sexta el Art. 411 manifiesta que el estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos así mismo regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas.

La codificación de la ley de aguas en el Título I de los principios fundamentales, Art.2 manifiestan que las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas

naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio. En el Título II, Capítulo I de la conservación en el Art. 21. Da derecho de aprovechamiento, y a utilizar las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento. En el Capítulo II de la contaminación, en el Art. 22 se prohíbe toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

En el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente Libro VI -Anexo I en las normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: agua dulce y agua marina manifiesta que los municipios podrán establecer regulaciones más restrictivas de existir las justificaciones técnicas.

Prohíbe todo tipo de descarga en: las cabeceras de las fuentes de agua, en las aguas arriba de la captación para agua potable, y en todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, Consejo Nacional de Recursos Hídricos o Consejo Provincial actualmente conocidos como Gobiernos Autónomos Descentralizados, declaren total o parcialmente protegidos, para el caso de industrias que capten y descarguen en el mismo cuerpo receptor, la descarga se hará aguas arriba de la captación.

Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se establece lo siguiente: prohíbe aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de 50 m, y la aplicación aérea, dentro de una franja de 100 m, se prohíbe la aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería, además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema.

E. MATERIALES Y MÉTODOS.

1. Materiales:

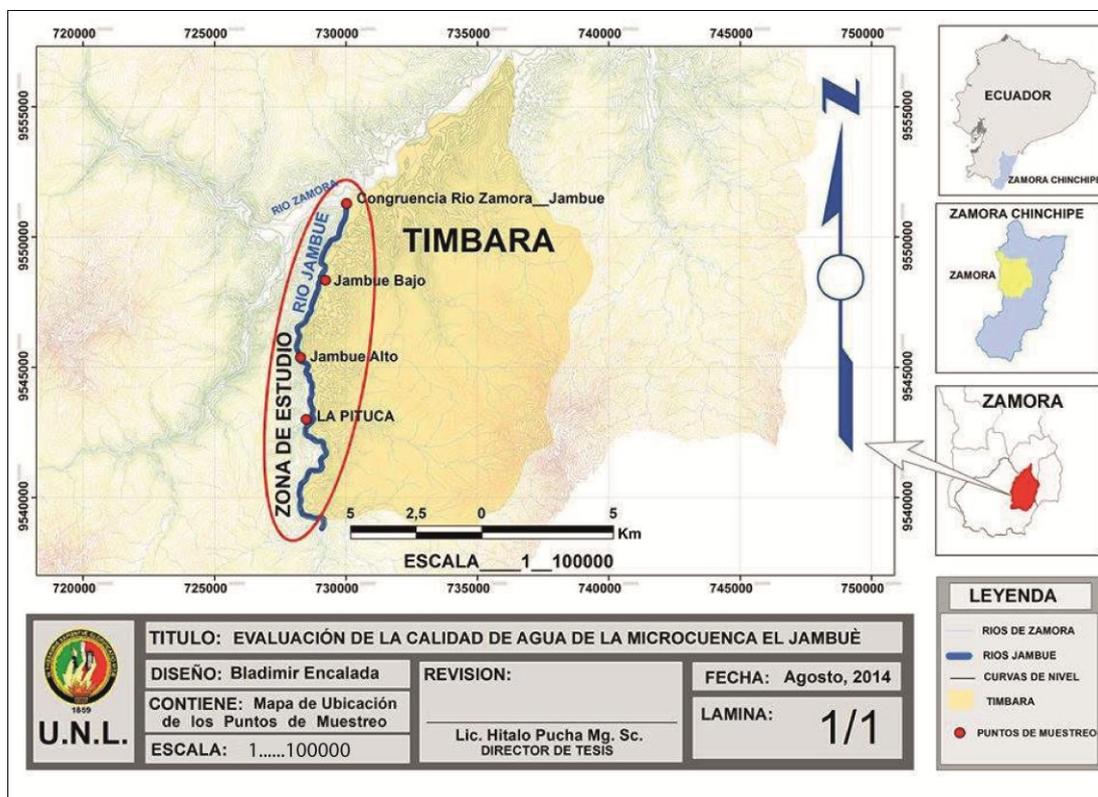
Para la colecta e identificación de los macroinvertebrados se utilizaron los siguientes materiales: red de patada, lupa, pinzas, botas, guía de identificación de macroinvertebrados, GPS, cámara digital

2. Método:

2.1. Ubicación Política y Geográfica del área de estudio.

La parroquia Timbara se encuentra ubicada geográficamente en coordenadas UTM 0733262 (x) y 9554846 (y) a una altitud de 900 metros sobre el nivel del mar. La parroquia Timbara limita al Norte: con la parroquia de Cumbaratza, al Sur y Oeste con la parroquia de Zamora, y al Este con la parroquia de San Carlos.

Mapa 1. Ubicación geográfica del área de estudio



Elaborado: Autor

La microcuenca del Jambué se encuentra ubicada a 20 km de la parroquia de Timbara. Se encuentra a una altitud de 1.062 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas en UTM son 728869 (x) y 9543057 (y).

Las principales actividades a la que se dedica las poblaciones que se encuentran cerca de la microcuenca son: la agricultura, la ganadería, además comprenden las siguientes formaciones vegetales, bosques naturales, matorrales, humedales, páramo y pastizales.

2.2. Aspectos biofísicos y climáticos.

El clima predominante es el cálido húmedo propio de la región amazónica; en consecuencia, es una región tropical, la temperatura media anual de la zona es de 22,5 °C, el relieve de la parroquia Timbara es accidentado, ya que la cordillera Oriental y Occidental de los Andes llega a estrecharse formando nudos y ramificaciones que se extienden a la provincia de Zamora, hacia el Oriente está la cordillera del Cóndor o Tercera cordillera en la región amazónica, la zona de estudio presenta un grado de amenazas sísmica de intensidad media, lo que reduce las probabilidades de sismos en el sector, en cuanto a deslizamientos el área de estudio, tiene una amenaza muy alta, ya que existen en épocas lluviosas deslizamientos de tierras, la parroquia de Timbara, pertenece a la cuenca y sistema hidrográfico del río Santiago, contando con 43 micro-cuencas que lo alimentan, entre los principales ríos que se encuentran presentes en la parroquia tenemos el río Zamora y el río Jambué, a su vez, la parroquia cuenta con un sistema hídrico caracterizado por la presencia de las micro-cuencas de los ríos Jambué, parte del río Nambija, Timbara, Cuzuntza, La Pituca y de otro tipo de drenajes menores que se encuentran ubicados en el Valle del río Jambué, que forman parte de un complejo y bien nutrido sistema hídrico, lo cual refleja el potencial hídrico que posee la parroquia.(Secretaría Técnica de Gestión de Riesgo, 2008)

2.3. Tipo de investigación / estudio.

Esta investigación fue no experimental, a su vez explorativa porque se aplicó índices como el de biodiversidad para el diagnóstico de calidad de agua; se consideró descriptiva en la cual se describió como son o interactúan los macroinvertebrados en el ambiente y como se manifestaron para determinar la calidad del agua; por su naturaleza fue: cualitativa aquí se midieron las cualidades de los macroinvertebrados; también cuantitativa en la que se midió cantidades de macroinvertebrados en una determinada área; se necesitó información bibliográfica de investigaciones anteriores de acuerdo a este tipo de proyecto o estudios, por el lugar fue: de campo se realizó la visita en su hábitat para poder recolectarlos y ver en que hábitats sobreviven.

2.4. Metodología para el primer objetivo.

La recolección de muestras de los diferentes sitios de muestreo se realizó en zonas de remansos, se utilizó un método de recolección de tipo cuantitativo, con cuatro réplicas por localidad.

Se definieron cuatro estaciones de muestreo, en base a las características físicas que presentaban los hábitats de cada una. Como se observa en el mapa 2 y el cuadro 1 con sus respectivas coordenadas.

Para tener mejores resultados se determinó mediante la biodiversidad de especies como se encuentra el estado de la calidad de agua de la microcuenca el Jambué, para lo cual se describe en qué consiste.

Medida de la biodiversidad

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

1. **riqueza específica:** número de especies que tiene un ecosistema
2. **equitabilidad:** mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo de uniforme es un ecosistema

Una de las principales críticas a estos índices es que combinan y, por lo tanto, confunden un conjunto de variables que caracterizan a la estructura de la comunidad: el número de especies (riqueza específica), la abundancia relativa de las especies (equitabilidad), la homogeneidad y el tamaño del área muestreada.

La riqueza específica o índice de Margalef es un concepto simple de interpretar ya que relaciona el número de especies recolectadas en la microcuenca.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En este estudio el índice de diversidad estimado proviene de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad se obtuvo de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad, ya que todas las estaciones muestreadas se recolectaron varias especies de macroinvertebrados y a su vez la distribución de las mismas fue en algunas familias mayor que en otras. Los índices de diversidad utilizados fueron el índice de Simpson, y el índice de Shannon-Wiener (H').

Para el cálculo del índice de Shannon-Wiener se utiliza la siguiente expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

S= número de grupos de familias

p_i =proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

ln= logaritmo natural

$i = 1$

$p_i = n_i/N$

n_i = número total de individuos por familia

N= número total de individuos

Valores inferiores a 2 son considerados con baja diversidad y valores mayores a 3 alta diversidad.

Para el cálculo del Índice de Simpson se utiliza la siguiente expresión:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

$p_i = N/n_i$

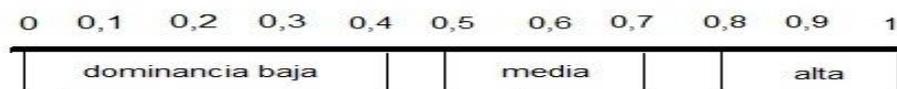
s= número de grupos de familias

i = 1

n_i = representa la abundancia de la especie i

N= el número total de individuos en toda la comunidad.

Los valores de la diversidad según Simpson se dan dentro de una escala de 0 a 1; siendo mayor cuando se aproxima a uno y menor al acercarse a cero, lo que indicaría mayor dominancia.



Para el cálculo del índice de Margalef se utiliza la siguiente expresión:

$$D = S - 1/\text{Log } N$$

D: Valor de la diversidad

N: Número de individuos de la muestra

N_i : Número de individuos de la especies

S: Número de especies

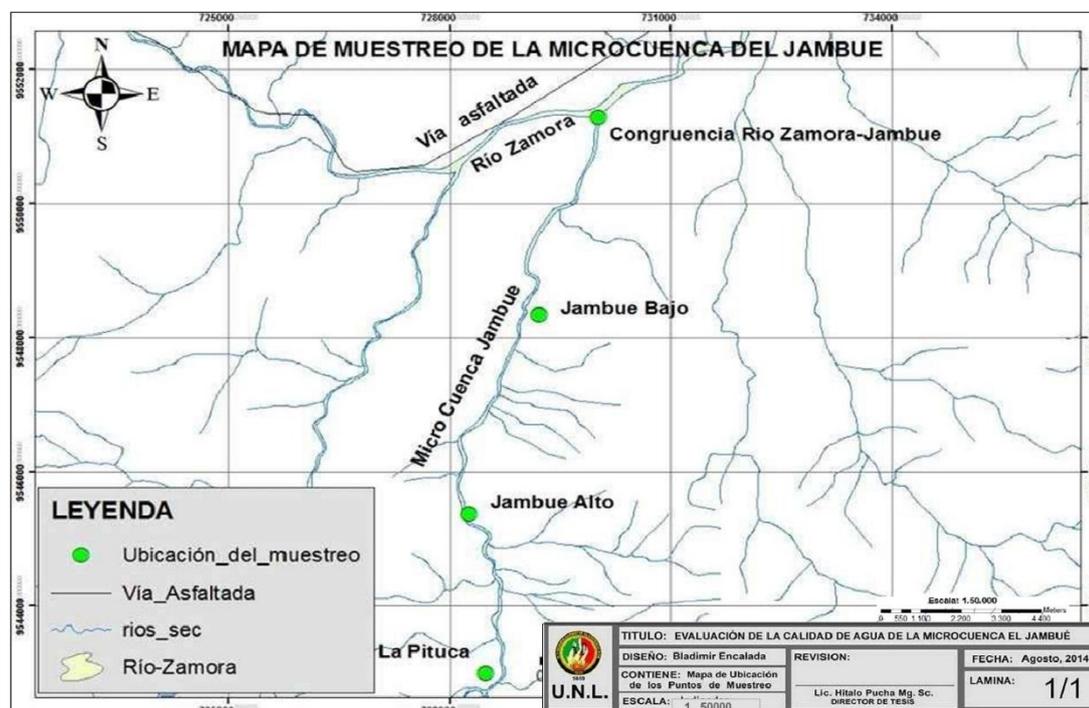
Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad, en general resultado de efectos antropogénicas y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

Cuadro 1. Puntos de georreferencia de las estaciones de muestreo

LUGAR	CÓDIGO	COORDENADAS UTM (X)	COORDENADAS UTM (Y)	ALTITUD msnm
La Pituca	M1	0728488	9542995	1050
Jambué Alto	M2	0728268	9545381	982
Jambué Bajo	M3	0729215	9548342	947
Congruencia del río Zamora-Jambué	M4	0730017	9551292	900

Elaborado: Autor

Mapa 2. Estaciones de muestreo de macroinvertebrados



Elaborado: Autor

2.4.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

2.4.1.1. Observación Directa

Con ésta técnica se logró distinguir las diferentes características de la microcuenca y sobre todo permitió identificar los sitios idóneos de recolección de macroinvertebrados.

Luego con la ayuda del programa gvSIG, permitió delimitar el área de la microcuenca y morfología permitiendo elaborar los diferentes mapas temáticos.

La estación de muestreo constó con un transepto lineal de 1000 metros de longitud por 2 metros de ancho para la recolección de macroinvertebrados, a su vez poder sacar los índices de diversidad, dominancia y riqueza, de acuerdo a las características del área de estudio, se contó con cuatro puntos de muestreo separados a dos mil doscientos metros uno de cada uno aproximadamente.

2.4.1.2. Procedimiento de colecta de macroinvertebrados

Para la colecta o captura de macroinvertebrados se utilizó un modelo de la red de Patada.



Foto 1. Red de patada contra corriente



Foto 2.Remoción de piedra



Foto 3. Búsqueda de macroinvertebrados

Se ubicó en el punto de muestreo y se removió las rocas que se encontraron por debajo del agua del río.



Foto 4. Identificación de macroinvertebrados

Todos los macroinvertebrados capturados se los puso en un frasco con alcohol para su posterior identificación.

El alcohol tuvo una concentración del 70% para que las muestras de los macroinvertebrados se conservaran en un buen estado, el frasco estuvo identificado con: hora, fecha, muestreador, estación de muestreo, clima, temperatura.

2.4.1.3. Procedimiento para identificación

Para la identificación de los macroinvertebrados se utilizó la guía de identificación de macroinvertebrados de Marisol Mayorga Castro, de la escuela de Biología Universidad de Costa Rica (2001).

Cumpliendo el primer objetivo se procedió a calcular los índices de Shannon, el índice de Simpson que ayudo a identificar la dominancia de especies, el índice de Margalef que definió la riqueza de especies, y la densidad relativa, todos estos indicadores determinaran la biodiversidad de los macroinvertebrados que se encuentra en la Microcuenca.

2.5. Metodología segundo objetivo.

Dando cumplimiento al segundo objetivo específico se realizó el Índice EPT

Este método se hizo con tres grupos de macroinvertebrados que son:

- Ephemeroptera
- Plecoptera
- Trichoptera

Se tomaron muestras con una red de patada, la misma que tiene una dimensión de 1,5 m alto* 1 m de ancho, con un ojo de malla de 1mm. Para tomar las muestras de los macroinvertebrados se procedió a ubicar la red contra corriente sobre el río, esta recolección duro de 30 a 45 minutos por cada estación de muestreo. Posteriormente se colocó el material de la malla en una bandeja blanca y se identificó los macroinvertebrados con una pinza de punta fina, que pudiesen estar adheridos a la red. Seguido a esto las muestras de macroinvertebrados se conservó en frascos con alcohol al 70% y se identificaron por medio de su taxonomía, los mismos que fueron etiquetados con su respectiva descripción. Este muestreo se lo realizo para las cuatro estaciones evaluadas.

Se calculó la abundancia, con la siguiente fórmula:

$$\text{TOTAL} = \text{EPT presentes} / \text{abundancia total de individuos} * 100$$

Una vez obtenidos el porcentaje de EPT presentes, se procedió a determinar la calidad de agua considerando los valores que van de 75 a 100 % una calidad de agua muy buena, 50-74% buena, 25-49% regular y de 0-24 % mala, teniendo los resultados se hizo la interpretación de los resultados de la calidad de agua de cada estación de muestreo.

2.6. Metodología tercer objetivo

La propuesta del plan de manejo de la microcuenca del Jambué, se cumplió mediante el diseño, creación y establecimiento de una red de monitoreo para un cierto periodo de tiempo necesario que posteriormente se planteó objetivos, tendientes a ser alcanzados a través de actividades propuestas, que se evaluaran a través de monitoreos periódicos del agua que permitan determinar su estado, se entregó el plan de monitoreo a las autoridades competentes de la parroquia.

F. RESULTADOS

Para determinar las estaciones de muestreo se realizó un reconocimiento del área en la cual se definieron las estaciones:

Al comienzo de la estación uno la Pituca, código **M1** se encontraron rápidos muy fuertes, que luego llegaba a formar un remanso donde se obtuvo las muestras de los macroinvertebrados, ver anexo fotografía 5.

Al comienzo de la estación dos Jambué Alto, código **M2** se encontró remansos una poza de grandes dimensiones, es ahí donde se obtuvo las muestras de los macroinvertebrados, en este sector se encontró presencia de actividad ganadera, cultivos y asentamientos humanos, ver anexo fotografía 6.

En la estación tres Jambué Bajo, código **M3** se encontró pequeñas corrientes, terminando en un remanso donde fueron recolectadas las muestras, ver anexo fotografía 7.

Finalmente en la estación cuatro congruencia río Zamora-Jambué, código **M4** se encontró solo rápidos, esto se debe a que poco a poco fueron desviando en la dirección del cauce principal y además de la extracción de material pétreo para la construcción del puente, ver anexo fotografía 8.

Para determinar la diversidad y la calidad del agua del río, se procedió a realizar el protocolo por el sistema de secuencia de evaluación visual.

Cuadro 2. Análisis de protocolo por el sistema de secuencia de evaluación visual SVAP (Stream Visual Assessment Protocol)

Estaciones	Valor obtenido	Calidad de agua
La Pituca	9	Excelente
Jambué Alto	8	Buena
Jambué Bajo	8	Buena
Congruencia Río Zamora-Jambué	8	Buena

Según los datos recogidos de la evaluación visual de cada estación de muestreo, indica que la estación uno La Pituca, se encuentra con una puntuación de 9 , la tabla 2 da valores para determinar en qué estado se encuentra el hábitat de los ríos por tal motivo de los ocho parámetros evaluados las características son las siguientes, existe una apariencia transparente del agua, hay mayor presencia de árboles, no existe presencia de basura, existe pocos cultivos cerca del río, no hay presencia de estiércol, cuenta con más de siete tipos de refugios para peces, existe cinco o más tipos de refugio de macroinvertebrados y hay un moderado crecimiento de algas por todas estas características el agua se ubica en la clase de excelente calidad de agua en la estación uno; en la estación dos Jambué Alto, tres Jambué Bajo y cuatro Congruencia del río Zamora-Jambué se obtuvieron una puntuación de 8 al evaluar los parámetros la diferencia fue de características ya que en la estación dos el agua es transparente mientras que en la estación tres y cuatro ya se torna turbia, en el parámetro de presencia de cultivos en la estación dos y cuatro existen muy pocos cultivos mientras que en la estación tres hay muchos cultivos, y la diferencia del último parámetro es en la presencia de estiércol en la estación dos y tres existe poca presencia de ganado y en la estación cuatro no hay animales, por tal razón estas estaciones obtuvieron clase de calidad de agua buena, conforme a estos datos se puede decir que en la estación uno , las condiciones en que se encuentre el hábitat, está en buen estado, puesto que todavía no se ha observado perturbaciones mayores, en las demás estaciones se observó que existe presencia de cultivos, presencia de desechos sólidos, etc., es decir que en estos sitios se pudo observar algunas perturbaciones, por lo cual se puede decir que la presencia de estos factores están afectado de cierta forma la visión escénica de este hábitat y alterando la estructura, función y composición física del hábitat.

1. Resultados del Primer Objetivo Específico.

Realizar el estudio de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué.

Cuadro 3. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (códigoM1) la Pituca, según el índice de Shannon.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	Pi	ln(pi)	pi*lnpi
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	1	0.025	-3.69	-0.09
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE					
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE					
10	PLECOPTERA	PERLIDAE	38	1	0.192	-1.65	-0.32
8	PLECOPTERA	PERLIDAE					
8	PLECOPTERA	PERLIDAE					
12	PLECOPTERA	PERLIDAE					
4	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	8	1	0.040	-3.22	-0.13
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE					
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE					
10	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE	26	1	0.131	-2.03	-0.27
6	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE					
2	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE					
8	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE					
22	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	85	1	0.423	-0.86	-0.36
20	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
18	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
8	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	31	1	0.157	-1.85	-0.29
6	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
13	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
2	EPHEMEROPTERA	EUTHYLACIIDAE	4	1	0.020	-3.91	-0.08
2	EPHEMEROPTERA	EUTHYLACIIDAE					
1	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	1	0.005	-5.30	-0.03
TOTAL (N)198				8		$\Sigma=$	-1.57
						H' =	1.57

De acuerdo a los cálculos del análisis de macroinvertebrados de la estación uno(código M1), la Pituca el índice de diversidad de Shannon es de **1.6**, lo que indica que la diversidad de especies de esta estación es baja.

Cuadro 4. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (códigoM2) Jambué Alto, según el índice de Shannon.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	Pi	ln(pi)	pi*lnpi
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	1	0.019	-3.94	-0.07
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE					
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE					
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	1	0.006	-5.04	-0.03
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE	1	1	0.006	-5.04	-0.03
8	PLECOPTERA	PERLIDAE	33	1	0.214	-1.54	-0.33
7	PLECOPTERA	PERLIDAE					
8	PLECOPTERA	PERLIDAE					
10	PLECOPTERA	PERLIDAE					
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	6	1	0.039	-3.25	-0.13
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE					
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE					
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	78	1	0.506	-0.68	-0.34
13	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
15	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	29	1	0.188	-1.67	-0.31
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
12	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
1	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	2	1	0.013	-4.34	-0.06
1	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE					
1	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	1	0.006	-5.04	-0.03
TOTAL (N) 154				9		$\Sigma=$	-1.33
						H' =	1.33

El análisis de macroinvertebrados presentes en la estación dos (código M2), Jambué Alto, el índice de diversidad de Shannon es de **1.3**, la diversidad de especies es considerada baja.

Cuadro 5. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (códigoM3) Jambué Bajo, según el índice de Shannon.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	Pi	ln(pi)	pi*lnpi
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	1	0.032	-3.45	-0.11
3	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE					
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	1	0.013	-4.37	-0.06
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE					
2	COLEOPTERA	ELMIDAE	5	1	0.032	-3.45	-0.11
1	COLEOPTERA	ELMIDAE					
2	COLEOPTERA	ELMIDAE					
13	PLECOPTERA	PERLIDAE	52	1	0.329	-1.11	-0.37
17	PLECOPTERA	PERLIDAE					
7	PLECOPTERA	PERLIDAE					
15	PLECOPTERA	PERLIDAE					
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	4	1	0.025	-3.68	-0.09
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE					
18	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	54	1	0.342	-1.07	-0.37
10	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
14	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
12	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
15	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	36	1	0.228	-1.48	-0.34
8	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
TOTAL (N) 158				7		$\Sigma=$	-1.45
						H' =	1.45

En la estación tres (código M3), Jambué Bajo el análisis de macroinvertebrados presentes en el río, el índice de diversidad es bajo ya que el resultado de los datos es **1.5**.

Cuadro 6. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (códigoM4) congruencia rio Zamora-Jambué, según el índice de Shannon.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	Pi	ln(pi)	pi*lnpi
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	7	1	0.064	-2.75	-0.18
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE					
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE					
3	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE					
8	PLECOPTERA	PERLIDAE	23	1	0.209	-1.56	-0.33
5	PLECOPTERA	PERLIDAE					
6	PLECOPTERA	PERLIDAE					
4	PLECOPTERA	PERLIDAE					
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	8	1	0.073	-2.62	-0.19
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE					
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE					
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE					
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE	2	1	0.018	-4.01	-0.07
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE					
9	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	43	1	0.391	-0.94	-0.37
14	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
12	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
8	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE					
6	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	27	1	0.245	-1.40	-0.34
5	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
7	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE					
TOTAL (N) 110				6		$\Sigma=$	-1.48
						H' =	1.48

Del análisis de macroinvertebrados de la estación cuatro (código M4), congruencia rio Zamora-Jambué, el índice de diversidad de Shannon es de **1.5**, considerada esta estación con baja biodiversidad.

Cuadro 7. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código1), la Pituca, según el índice de Simpson.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	Proporción Pi	Pi ²
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	1	0.025	0.00063
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
10	PLECOPTERA	PERLIDAE	38	1	0.192	0.03686
8	PLECOPTERA	PERLIDAE				
8	PLECOPTERA	PERLIDAE				
12	PLECOPTERA	PERLIDAE				
4	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	8	1	0.040	0.00160
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
10	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE	26	1	0.131	0.01716
6	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE				
2	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE				
8	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE				
22	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	85	1	0.423	0.1789
20	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
18	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
8	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	31	1	0.157	0.02465
6	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
13	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
2	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	4	1	0.020	0.00040
2	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE				
1	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	1	0.005	0.00003
TOTAL (N) 198				8	$\Sigma=$	0.26023
					1- $\Sigma(Pi^2)=$	0.73977

EL resultado del índice de Simpson, aplicado en la estación uno (código M1) la Pituca, cuyo resultado es de **0.73977**, es considerada con dominancia de especies media

Cuadro 8. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código2) Jambué Alto, según el índice de Simpson.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	Proporción Pi	Pi ²
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	1	0.019	0.00036
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	1	0.006	0.00004
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE	1	1	0.006	0.00004
8	PLECOPTERA	PERLIDAE	33	1	0.214	0.00458
7	PLECOPTERA	PERLIDAE				
8	PLECOPTERA	PERLIDAE				
10	PLECOPTERA	PERLIDAE				
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	6	1	0.039	0.00152
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	78	1	0.506	0.25604
13	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
15	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	29	1	0.188	0.03534
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
12	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
1	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	2	1	0.013	0.00017
1	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE				
1	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	1	0.006	0.00004
TOTAL (N) 154				9	$\Sigma=$	0.29813
					1- $\Sigma(Pi^2)=$	0.70187

El análisis de macroinvertebrados presentes en la estación dos (código M2), Jambué Alto, el índice de Simpson es de **0.70187**, el cual significa que la dominancia de especies es media.

Cuadro 9. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código3) Jambué Bajo, según el índice de Simpson.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	Proporción Pi	Pi²
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	1	0.032	0.00102
3	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	1	0.013	0.00017
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE				
2	COLEOPTERA	ELMIDAE	5	1	0.032	0.00102
1	COLEOPTERA	ELMIDAE				
2	COLEOPTERA	ELMIDAE				
13	PLECOPTERA	PERLIDAE	52	1	0.329	0.10824
17	PLECOPTERA	PERLIDAE				
7	PLECOPTERA	PERLIDAE				
15	PLECOPTERA	PERLIDAE				
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	4	1	0.025	0.00063
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
18	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	54	1	0.342	0.11696
10	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
14	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
12	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
15	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	36	1	0.228	0.05198
8	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
TOTAL (N) 158				7	$\Sigma=$	0.28002
					1- $\Sigma(Pi^2)=$	0.71998

Del análisis de macroinvertebrados presentes en la estación tres (código M3), Jambué Bajo, la dominancia de especies es media ya que el índice de Simpson es de **0.71998**.

Cuadro 10. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código4) congruencia rio Zamora-Jambué, según el índice de Simpson.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	Proporción Pi	pi²
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	7	1	0.064	0.00410
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
3	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
8	PLECOPTERA	PERLIDAE	23	1	0.209	0.04368
5	PLECOPTERA	PERLIDAE				
6	PLECOPTERA	PERLIDAE				
4	PLECOPTERA	PERLIDAE				
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	8	1	0.073	0.00533
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE	2	1	0.018	0.00032
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE				
9	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	43	1	0.391	0.15288
14	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
12	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
8	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
6	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	27	1	0.245	0.06003
5	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
7	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
TOTAL (N) 110				6	Σ=	0.26634
					1- Σ(pi²)=	0.73366

EL cálculo del índice de Simpson, en la congruencia rio Zamora-Jambué (código M4), dio como resultado **0.73366**, con abundancia de especies media.

Cuadro 11. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código1) la Pituca, según el índice de Margalef.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	S-1/Log N
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	1	
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE			
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE			
10	PLECOPTERA	PERLIDAE	38	1	
8	PLECOPTERA	PERLIDAE			
8	PLECOPTERA	PERLIDAE			
12	PLECOPTERA	PERLIDAE			
4	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	8	1	
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE			
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE			
10	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE	26	1	
6	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE			
2	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE			
8	TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE			
22	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	85	1	
20	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
18	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
8	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	31	1	
6	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
13	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
2	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	4	1	
2	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE			
1	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	1	
TOTAL (N) 198				8	3.05

El índice de riqueza de Margalef, de macroinvertebrados presentes en la estación uno (código M1) la Pituca es de **3.05**, considerada riqueza media.

Cuadro 12. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código2) Jambué Alto, según el índice de Margalef.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	S-1/Log N	
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	1		
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE				
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	1		
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE	1	1		
8	PLECOPTERA	PERLIDAE	33	1		
7	PLECOPTERA	PERLIDAE				
8	PLECOPTERA	PERLIDAE				
10	PLECOPTERA	PERLIDAE				
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	6	1		
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE				
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	78	1		
13	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
15	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
25	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE				
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	29	1		
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
12	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE				
1	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	2	1		
1	EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE				
1	COLEOPTERA	ELMIDAE	1	1		
TOTAL (N) 154				9		3.66

El análisis de macroinvertebrados presentes en la estación dos (código M2), Jambué Alto, el índice de Margalef es de **3.66**, lo que indica que tiene riqueza media.

Cuadro 13. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código3) Jambué Bajo, según el índice de Margalef.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	S-1/Log N
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	1	
3	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE			
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	2	1	
1	DIPTERA	CHIRONOMIDAE			
2	COLEOPTERA	ELMIDAE	5	1	
1	COLEOPTERA	ELMIDAE			
2	COLEOPTERA	ELMIDAE			
13	PLECOPTERA	PERLIDAE	52	1	
17	PLECOPTERA	PERLIDAE			
7	PLECOPTERA	PERLIDAE			
15	PLECOPTERA	PERLIDAE			
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	4	1	
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE			
18	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	54	1	
10	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
14	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
12	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
15	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	36	1	
8	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
4	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
TOTAL (N) 158				7	2.72

EL resultado del índice de riqueza de Margalef, de la presencia de macroinvertebrados en la estación tres (código M3) Jambué Bajo, es media cuyo resultado es de **2.72**.

Cuadro 14. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código4) congruencia rio Zamora - Jambué, según el índice de Margalef.

CANTIDAD	ORDEN	FAMILIA	ni	S	S-1/Log N
2	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	7	1	
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE			
1	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE			
3	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE			
8	PLECOPTERA	PERLIDAE	23	1	
5	PLECOPTERA	PERLIDAE			
6	PLECOPTERA	PERLIDAE			
4	PLECOPTERA	PERLIDAE			
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	8	1	
3	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE			
1	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE			
2	TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE			
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE	2	1	
1	COLEOPTERA	HALIPLIDAE			
9	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	43	1	
14	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
12	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
8	EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE			
6	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	27	1	
5	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
7	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
9	COLEOPTERA	PSEPHENIDAE			
TOTAL (N) 110				6	2.45

El resultado obtenido de macroinvertebrados en la estación cuatro (código M4) congruencia rio Zamora - Jambué del índice de riqueza de Margalef, es de **2.45**, considerada esta estación con riqueza media.

Cuadro 15. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué en las cuatro estaciones de muestreo, según los índices de Shannon, Simpson y Margalef.

INDICE	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
Shannon	1.57	1.33	1.45	1.48
Simpson	0.73977	0.70187	0.71998	0.73366
Margalef	3.05	3.66	2.72	2.45

Cuadro 16. Análisis de densidad relativa de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué.

ORDEN	FAMILIA	Número de individuos	Densidad Relativa
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	20	3.23
PLECOPTERA	PERLIDAE	146	23.55
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	26	4.19
COLEOPTERA	HALIPLIDAE	3	0.48
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	260	41.94
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	123	19.84
TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE	26	4.19
COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	0.16
COLEOPTERA	ELMIDAE	6	0.97
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	3	0.48
EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	6	0.97
	TOTAL	620	100

Los resultados obtenidos del cálculo de la densidad relativa determinan que las tres familias más representativa del río Jambué es la familia Leptophlebiidae con el 41,94%, seguida de la familia Perlidae con 23,55% y la familia Psephenidae con el 19,84%

2. Resultados del Segundo Objetivo Específico.

Determinar la calidad de agua del río Jambué por presencia de macroinvertebrados bentónicos a través del análisis del índice biológico EPT.

Cuadro 17. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código1) la Pituca, según el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera).

CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)	EPT PRESENTES (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	5
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	
PLECOPTERA	PERLIDAE	10	38
PLECOPTERA	PERLIDAE	8	
PLECOPTERA	PERLIDAE	8	
PLECOPTERA	PERLIDAE	12	
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	4	8
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	
TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE	10	26
TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE	6	
TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE	2	
TRICHOPTERA	GLOSSOSOMATIDE	8	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	22	

Continuación cuadro 17.

CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)	EPT PRESENTES (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	20	85	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	18		
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	25		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	8		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	6		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	4		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	13		
EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	2	4	
EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	2		
COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1		
		TOTAL (N) 198		
			Σ(EPT)=	166
			EPT=	0.83
			PORCENTAJE=	83.84

El resultado del análisis de macroinvertebrados presentes en la estación 1 (código M1), la Pituca determina un porcentaje de EPT de 83.84%.

Cuadro 18. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código2) Jambué Alto, según el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera).

CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)	EPT PRESENTES (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	3
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	
COLEOPTERA	HALIPLIDAE	1	
PLECOPTERA	PERLIDAE	8	33
PLECOPTERA	PERLIDAE	7	
PLECOPTERA	PERLIDAE	8	
PLECOPTERA	PERLIDAE	10	
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	3	6
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	1	
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	25	78
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	13	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	15	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	25	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	9	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	4	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	4	

Continuación cuadro 18.

CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)	EPT PRESENTES (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	12		
EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	1	2	
EPHEMEROPTERA	EUTHYPLACIIDAE	1		
COLEOPTERA	ELMIDAE	1		
		TOTAL (N) 154	Σ(EPT)=	122
			EPT=	0.79
			PORCENTAJE=	79.22

El análisis de macroinvertebrados presentes en la estación 2 (código M2), Jambué Alto, el porcentaje del índice EPT es de **79.22%**.

Cuadro 19. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código3) Jambué Bajo, según el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera).

CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)	EPT PRESENTES (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	5
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	
COLEOPTERA	ELMIDAE	2	

Continuación cuadro 19.

CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)	EPT PRESENTES (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)	
COLEOPTERA	ELMIDAE	1		
COLEOPTERA	ELMIDAE	2		
PLECOPTERA	PERLIDAE	13		52
PLECOPTERA	PERLIDAE	17		
PLECOPTERA	PERLIDAE	7		
PLECOPTERA	PERLIDAE	15		
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	3		4
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	1		
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	18		54
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	10		
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	14		
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	12		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	15		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	8		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	4		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	9		
		TOTAL (N) 158	Σ(EPT)=	115
			EPT=	0.73
			PORCENTAJE=	72.78

En la estación 3 (código M3), Jambué Bajo el análisis de macroinvertebrados presentes en el río, el índice de EPT presenta un porcentaje de **72.78%**.

Cuadro 20. Análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Jambué (código4) congruencia rio Zamora - Jambué, según el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera).

CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)	EPT PRESENTES (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	2	7
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	3	
PLECOPTERA	PERLIDAE	8	23
PLECOPTERA	PERLIDAE	5	
PLECOPTERA	PERLIDAE	6	
PLECOPTERA	PERLIDAE	4	
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	8
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	3	
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	1	
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	
COLEOPTERA	HALIPLIDAE	1	
COLEOPTERA	HALIPLIDAE	1	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	9	43
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	14	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	12	
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	8	

Continuación cuadro 20.

CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)	EPT PRESENTES (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)	
			COLEOPTERA	PSEPHENIDAE
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	5		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	7		
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	9		
		TOTAL (N) 110	$\Sigma(\text{EPT})=$	81
			EPT=	0.74
			PORCENTAJE=	73.64

EL cálculo del índice de EPT, aplicado en la estación 4 (código M4) congruencia rio Zamora-Jambué, dio como resultado un porcentaje de **73.64%**.

Cuadro 21. Análisis de la calidad del agua de las cuatro estaciones, según el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)

Estación	Índice EPT (%)	Calidad del agua
E1	83.84	Muy buena
E2	79.22	Muy buena
E3	72.78	Buena
E4	73.64	Buena

El cuadro 21 indica la calidad de agua de las cuatro estaciones monitoreadas de acuerdo al índice EPT en la cual obtuvimos los siguientes resultados:

En la estación uno; la Pituca y estación dos Jambué Alto, la calidad de agua es muy buena, en cuanto a la estación tres y estación cuatro el resultado de la calidad de agua es buena.

3. Resultados del tercer objetivo específico.

Plantear una propuesta de monitoreo de la calidad de agua por medio de uso de macroinvertebrados que sea aplicable por la población.

Plan de Manejo Ambiental para Monitorear la Calidad de Agua de la Microcuenca del Río Jambué

Objetivo general

- Monitoreo de la calidad de agua, utilizando macroinvertebrados para el control de la calidad de agua de la microcuenca Jambué.

Objetivos específicos

- Realizar un inventario taxonómico de las familias de macroinvertebrados existentes en los puntos de muestreo de la Microcuenca de río Jambué.

Planificación La zona de estudio deberá contar con un documento base de monitoreo ambiental: PLAN DE MONITOREO.

Duración del Plan de Monitoreo

De acuerdo al diagnóstico del área de estudio y de los objetivos de monitoreo, la propuesta de Plan de Monitoreo de la microcuenca del Jambué, tendrá una duración de 2 años, tiempo necesario para cumplir con los objetivos planteados.

Programas de manejo

De acuerdo al análisis de la problemática de la microcuenca del Jambué, se elaboró cinco programas los mismos cuya ejecución garantizarán el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Programa de monitoreo de la calidad de agua de la microcuenca de Jambué

Objetivo: Controlar de una mejor manera la calidad de agua del río Jambué.

Lugar: Microcuenca del Jambué.

Responsables: Municipio de Zamora, Junta Parroquial de Timbara.

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Diseño de una red de monitoreo en la microcuenca del Jambué.	- Aplicar el sistema SVAP para establecer estaciones de monitoreo	-A los 3 meses de iniciado el proyecto se ha establecido 3 estaciones de monitoreo	-Fotografías, hoja de campo	3 meses
	-Toma de coordenadas de las estaciones de la microcuenca -Diseño de mapas temáticos de las estaciones	- A los 3 meses de iniciado el proyecto se cuenta con 3 mapas temáticos de la parte alta, media y baja de la microcuenca	- Mapas temáticos impresos de la microcuenca	3 meses

Continuación programa de monitoreo de la calidad de agua de la microcuenca de Jambué

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Monitoreo de las estaciones seleccionadas	-Crear una lista de personas interesadas en conformar la red de monitoreo	- A los 3 meses de iniciado el proyecto se cuenta con un listado de 25 personas interesadas	-Listado de personas interesadas en formar parte de la red .	3 meses
	-Conformación de grupos de trabajo rotativo cada tres meses para monitorear las estaciones	-A los 4 meses de iniciado el proyecto se cuenta con 4 grupos de trabajo rotativos	-Registro de asistencia -Acta de conformación de grupos	4 meses
	-Toma de datos in situ de macroinvertebrados	-Se realizara 4 monitorios in situ al año	-Hojas de campo de cada monitoreo -Informe de cada monitoreo	12 meses

Programa de Investigación de los Bioindicadores de la microcuenca del Jambué.

Objetivo: Crear una clasificación taxonómica de macroinvertebrados del río Jambué.

Lugar: Microcuenca del Jambué.

Responsables: Municipio de Zamora, Junta Parroquial de Timbara.

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Identificación de las principales familias de macroinvertebrados existentes en las estaciones muestreadas.	-Conformación de grupos de trabajo rotativo, para identificar las familias de macroinvertebrados.	- A los 3 meses de iniciado el proyecto se cuenta con 4 grupos de trabajo rotativos	- Acta de compromiso firmada por los integrantes del grupo de trabajo, que identificarán los macroinvertebrados	3 mes
	-Búsqueda de guía de identificación de macroinvertebrados de Marisol Castro(2001)	- Al 4 mes de iniciado el proyecto se contara con 3 guías de identificación de macroinvertebrados impresas	-Clave de identificación de macroinvertebrados impresa -Hojas de campo con familias identificadas	4 meses

Continuación programa de investigación de los bioindicadores de la microcuenca del Jambué.

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
<p>-Análisis del índice EPT para describir el estado del agua</p>	<p>-Diseñar hoja de cálculo con: orden, familia, individuos recolectados, EPT presente</p> <p>-Aplicar la fórmula EPT presentes/total de individuos*100</p> <p>-Describir los resultados de acuerdo a la tabla de Carrera y Fierro (2001)</p>	<p>- Al 4 mes de iniciado el proyecto se cuenta con el diseño de hoja de cálculo de cada grupo con resultados del índice EPT calculado, e impresión de la hoja de cálculo de cada grupo</p>	<p>-Hoja de cálculo impresa por cada estación de muestreo y firmada por cada integrante del grupo de trabajo</p> <p>-Hoja de cálculo con el porcentaje de cada estación de muestreo</p> <p>-Informe de descripción en qué estado se encuentra el agua</p>	<p>4 meses</p>

Programa de Reforestación.

Objetivo: Reforestar las áreas deforestadas de la microcuenca del Jambué.

Lugar: Microcuenca del Jambué.

Responsables: Municipio de Zamora, Junta Parroquial de Timbara, Ministerio del Ambiente

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Identificar las zonas deforestadas, plan de reforestación	-Convocar a sesión a toda la población del sector con el tema a tratar que es el de reforestar. -Formar grupos de trabajo que identifiquen las zonas a reforestar.	- A los 3 meses de iniciado el proyecto se cuenta con 100 personas, conformadas en 4 grupos que identifiquen las áreas deforestadas	- Acta de compromiso firmada por todas las personas que conforman los grupos de trabajo -Fotografías de la sesión. -Fotografías de las aéreas deforestadas.	3 meses

Continuación programa de reforestación.

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Siembra de especies nativas en las zonas deforestadas.	-Municipio de Zamora entrega plántulas a la Junta Parroquial de Timbara	- A los 4 meses de iniciado el proyecto se contara con 100 plántulas entregadas por el Municipio y se hará la entrega a cada persona para la siembra de la misma.	-Acta de entrega y firma de conformidad por el presidente de la Junta Parroquial -Registro de la entrega de la especie nativa a cada persona.	4 meses
-Registro de control de crecimiento	-Llevar un control trimestral del crecimiento de la especie sembrada.	- A los 9 meses de iniciado el proyecto se cuenta con los 100 registros de crecimiento de cada planta sembrada	-Entrega del registro trimestral del crecimiento a los responsables del programa.	9 meses

Programa de Capacitación.

Objetivo: Capacitar al personal responsable para el monitoreo de la microcuenca del Jambué.

Lugar: Parroquia de Timbara.

Responsables: Municipio de Zamora, Junta Parroquial de Timbara, Ministerio del Ambiente.

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Planificar la capacitación de personal para monitoreo y muestreo de la microcuenca del Jambué.	- Elaborar trípticos con mensaje central sobre el valor de la protección de las microcuencas	- A los 3 meses de iniciado el proyecto se cuenta 500 trípticos elaborados e impresos	-Trípticos impresos y fotografías de la entrega a la población	3 meses
	-Agenda de temas a tratar sobre macroinvertebrados.	- A los 4 meses de iniciado el proyecto se cuenta con 100 agendas de trabajo impresas y entregas a los participantes	-Registro de personas para la capacitación -Fotografías de entrega de agenda de trabajo	4 meses

Continuación programa de capacitación.

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Informar los temas en los que se capacitaran las personas	-Crear grupos de trabajo en la capacitación.	- A los 6 meses de iniciado el proyecto se contara con 5 grupos de trabajo para abordar los temas de capacitación	- Fotografías de los asistentes -Hojas de inscripción firmada por cada participante de la capacitación -Registro de asistencia	6 meses
-Evaluar al personal capacitado	-Evaluación a cada integrante de la capacitación.	- A los 8 meses de iniciado el proyecto se cuenta con la calificación personal de cada integrante de la capacitación	-Certificado de aprobación de las capacitaciones. -Archivo de la evaluación aplicada a cada participante	8 mes

Programa de Educación Ambiental

Objetivo: Educar a la población de Timbara y turistas para la conservación de la microcuenca del Jambué.

Lugar: Parroquia de Timbara.

Responsables: Municipio de Zamora, Ministerio del Ambiente.

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Diseño e implementación de talleres de educación ambiental	-Cronograma de actividades para talleres de niños y adultos	- A los 3 meses de iniciado el proyecto se cuenta con 100 cronogramas impresos	-Cronograma de actividades impreso.	3 meses
	- Talleres con niños denominado “un día en el campo” -Talleres con adultos con el tema “para que proteger las cuencas”	- A los 4 meses de iniciado el proyecto se realizara 1 salida de campo con los niños y se realizara 4 talleres con los adultos.	-Fotografías de la salida de campo, registro de asistencia -Fotografías de los asistentes	4 meses

Continuación programa de educación ambiental

Operación a realizar	Estrategia	Indicador	Medio de verificación	Plazo
-Publicidad ambiental	-Trípticos de buenas prácticas ambientales	- A los 6 meses de iniciado el proyecto se cuenta con 500 trípticos de buenas prácticas ambientales impresos y entregados a la población	-Fotografía de entrega de trípticos a las personas -Factura del pago de elaboración de trípticos	6 meses
-Evaluar al culminar los talleres	- Evaluación a los integrantes del taller.	- A los 8 meses de iniciado el proyecto se cuenta con las calificaciones personales de cada participante del taller	-Registro y certificado otorgado a las personas que asistan a los talleres.-Archivo de la evaluación aplicada a cada participante	8 mes

CRONOGRAMA

PROGRAMA	RESPONSABLES	AÑO 1												AÑO 2												
		Mes												Mes												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL JAMBUE	JUNTA PARROQUIAL DE TIMBARA, MUNICIPIO DE ZAMORA	x		x			x			x			x			x			x			x			x	
INVESTIGACION DE LOS BIOINDICADORES DE LA MICROCUENCA DEL JAMBUE	JUNTA PARROQUIAL DE TIMBARA, MUNICIPIO DE ZAMORA.	x		x			x			x			x			x			x			x			x	
PROGRAMA DE REFORESTACIÓN	JUNTA PARROQUIAL DE TIMBARA, MUNICIPIO ZAMORA, MINISTERIO DEL AMBIENTE																									
CAPACITACIÓN.	JUNTA PARROQUIAL DE TIMBARA, MUNICIPIO ZAMORA, MINISTERIO DEL AMBIENTE			x	x	x	x	x	x	x	x	x														
EDUCACIÓN AMBIENTAL	MUNICIPIO DE ZAMORA, MINISTERIO DEL AMBIENTE																									

G. DISCUSIÓN

1. Discusión del Primer Objetivo Específico.

El **índice de Shannony** de acuerdo al esquema de *Staub et. al.1970*, este índice se lo conoce también como “Índice de Diversidad de Especies”, que de acuerdo a la diversidad de especies que se encuentre en dicho lugar, dirá cuál es el estado del hábitat o lugar. La mayor diversidad de macroinvertebrados se registró en la estación uno (la Pituca) a una altitud de 1050 msnm **H'=1.57**; lo cual se asume que se debió a la gran variedad de microhábitats existentes en este sitio, a que es la estación que más cercase encuentra del nacimiento de la microcuenca. Sin embargo, cuando se compara la estación uno con las estaciones dos **H'=1.33**, tres **H'=1.45** y cuatro **H'=1.48** se presentan poca diferencia, ya que las cuatro estaciones muestreadas presentan una calidad de agua con contaminación moderada.

Los órdenes de macroinvertebrados como Ephemeroptera y Coleóptera fueron los más abundantes, de los cuales, Ephemeroptera orden más abundante la Pituca estación uno y, Coleóptera en Jambué Bajo estación tres. Dentro de estos órdenes existen especies que en su mayoría se encuentran en ríos con ciertas condiciones y tienden a disminuir conforme aumenta el grado de contaminación (Carrera y Fierro, 2001), de aquí que al poseer estos ríos condiciones aptas para su supervivencia, estos órdenes son abundantes.

El índice de Simpson o dominancia de especies fue mayor para la estación uno (la Pituca) **0.73977** seguida de la estación cuatro (congruencia rio Zamora-Jambué) **0.73366**; en comparación con las estaciones dos (Jambué Alto) **0.70187** y tres (Jambué Bajo) **0.71998**, de acuerdo al análisis se identifica menor dominancia de especies de macroinvertebrados. Esto posiblemente se deba a la presencia de cultivos, ganado y presencia de personas haciendo turismo cerca de la microcuenca, ya que, según Oscoz, Leunda, Miranda, Escala, (2006), tal factor aumenta la concentración de

materia orgánica, a su vez, la abundancia de algunos taxones, especialmente los quironómidos.

Sin embargo, según el **índice de Margalef** la riqueza varía de **3.05 a 3.66**, presentándose valores más altos de riqueza para la estación dos (Jambué Alto), en comparación con las demás estaciones de muestreo. De acuerdo a lo anterior, estos ríos comparten ordenes con géneros característicos de aguas limpias (Roldan, 2003).

La diferencia en diversidad entre la mayoría de los ríos puede ser una consecuencia directa de la altitud sobre el nivel del mar a la que se encuentran los ríos.

En términos generales, al analizar la diversidad de macroinvertebrados encontrada se puede ver que a pesar de que la riqueza exista poca diferencia entre la estación uno (la Pituca) **3.05** y estación dos (Jambué Alto) **3.66**, la estación uno (la Pituca) tiene mayor equidad o diversidad de especies y una comunidad mejor estructurada. Por el contrario, la estación dos (Jambué Alto) presenta uno de los valores más bajos de equidad, probablemente debido a la contaminación orgánica observada. Por otro lado, la relación estación tres (Jambué Bajo) y estación cuatro (congruencia río Zamora-Jambué) muestra un mayor parecido en riqueza y diversidad de especies o equidad.

Downes , Hindell y Bond (2000). Encontraron que los sitios de un mismo río pueden presentar una composición taxonómica de macroinvertebrados muy diferentes. Igualmente, Heino, J., Louhi, P. y Muotka, T. (2004). Sugieren que la composición de macroinvertebrados en diferentes locaciones son más variables en las pequeñas cabeceras de ríos que en los ríos de mayor orden.

Los resultados de **abundancia relativa**, se observa que se colectaron un total de 620 individuos pertenecientes a 5 órdenes, 11 familias. El mayor número de familias encontradas pertenecen al orden Coleóptera con 4 familias encontradas. Mientras que el orden representado por el menor número de familias es el Díptera con apenas 1 familia. Las familias con

poblaciones más abundantes que resultaron del estudio son Leptophlebiidae con 260 individuos, seguido de la familia Perlidae con 146 individuos y la familia Psephenidae con 123 individuos respectivamente. Por el contrario se encontraron varias familias representadas con un 1 y 3 individuos tales como Dytiscidae (1), Haliplidae (3), Chironomidae (3).

Al aplicar los tres índices para analizar la biodiversidad de especies se determina que en cuanto al índice de Shannon para las cuatro estaciones muestreadas dio como resultado que se encuentran en una contaminación moderada el agua, el índice de Simpson de las cuatro estaciones se obtuvo una dominancia de especies media, y del índice de Margalef dio como resultado una riqueza considerada a su vez como biodiversidad de especies media.

2. Discusión del Segundo Objetivo Específico.

El índice EPT calcula la calidad de agua con base en la riqueza de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera, lo que hace que este índice sea útil en la detección de perturbaciones más sutiles, así como evidenciado por otros autores (Álvarez y otros, 2007).

El índice EPT brindó resultados más precisos, porque mide la presencia y ausencia de familias catalogadas como sensibles a la contaminación del agua y su relación con el total de la población de macroinvertebrados colectados. Según Roldan (1988) la determinación de la calidad del agua está en relación a la proporción y abundancia en que estos grupos se encuentren representados en la comunidad.

Como se puede apreciar el estado en que se encontró la calidad de agua se interpreta los valores con tabla de valores del índice EPT en la que la estación uno la Pituca con un porcentaje de 83,84% y estación dos Jambué Alto con 79,22% se encuentran en muy buena calidad de agua, en la estación tres Jambué Bajo con porcentaje de 72,78% y estación cuatro congruencia río Zamora-Jambué 73,64% se presenta una buena calidad del

agua, con lo que se puede decir que todavía existe la presencia de abundancia de estos tres grupos de macroinvertebrados que son representativos para poder determinar el estado de salud de los ríos, la calidad de agua es mejor ya que la presencia de este grupo de macroinvertebrados pertenece a los indicadores de buena calidad de agua y estos son los encargados de oxigenar y purificar el agua. En caso de presentarse alguna perturbación o contaminación, este grupo tiende a disminuir o en el peor de los casos desaparecer, cabe recalcar que la microcuenca del Jambué, no está muy intervenida por lo cual aún se encuentra en buen estado, por lo tanto es importante que se siga realizando el monitoreo de la calidad de agua mediante la utilización de los macroinvertebrados benthicos, ya que al tener un registro de cada monitoreo, permitirá que se tomen las medidas correctivas necesarias a tiempo para la conservación de las fuentes de agua, sin embargo no se puede descartar que pudiera haber otros factores que posteriormente puedan influir, en la presencia de los macroinvertebrados en las diferentes estaciones de muestreo, factores tales como: el clima, la temperatura, el crecimiento del caudal del río que tienden a que los macroinvertebrados se trasladen río abajo.

Después de haber aplicado los índices para analizar la biodiversidad de especies del río Jambué los cuales ayudan a determinar el estado de calidad de agua del río, se procedió a obtener un resultado más preciso con el índice EPT, ya que estas especies son sensibles a la contaminación, por tal motivo se deduce que en la estación uno y dos el agua es muy buena esto también se debe a que se encuentran en la parte alta donde no existe presencia de actividades antrópicas, de la estación tres y cuatro la calidad del agua es solo buena esto se debe a que los sitios conforme se transcurre río abajo hay deterioro del ecosistema acuático producto de la alteración del hábitat de macroinvertebrados por actividades antrópicas.

H. CONCLUSIONES

Con la evaluación inicial se determina, cuales son los sitios idóneos para realizar la recolección de los macroinvertebrados bénticos indicadores de buena y mala calidad de agua.

De acuerdo al índice de *Shannon*, el agua tiene una contaminación moderada en las cuatro estaciones muestreadas, el índice de Simpson muestra dominancia de especies media en las cuatro estaciones, finalmente el índice de Margalef, la riqueza de taxas determina que en las cuatro estaciones existe riqueza de especies media.

La comunidad de macroinvertebrados de la microcuenca del Jambué, está constituida por 5 órdenes de macroinvertebrados, distribuidos en 11 familias, siendo la clase Insecta el único grupo más representativo.

No se evidencio cambios en la composición de taxones entre las estaciones estudiadas.

El estudio sirve para la creación de una base de datos de la biodiversidad acuática de macroinvertebrados en la microcuenca el Jambué, al mismo servirán como base fundamental para conocer la composición de las comunidades acuáticas de macroinvertebrados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico biológico del agua utilizando macroinvertebrados, se determinó que la parte alta de la microcuenca del Jambué, sector la Pituca seguido de la estación dos Jambué Alto, son aguas de calidad muy buena, de acuerdo al índice *EPT*, en la parte media que es el sector de Jambué Bajo, y en el sector de la congruencia del rio Zamora-Jambué, son aguas de buena calidad.

Existen contrastes entre las dos metodologías de los dos índices, pero no cabe duda de que ambos sean necesarios e indispensables para el diagnóstico y calidad del agua en los ríos.

De los índices de diversidad y biológicos, el índice biológico que mejor describe las condiciones de calidad de agua del río es el índice EPT, puesto que las especies de macroinvertebrados consideradas para el análisis son sensibles a la contaminación.

Se comprobó que el agua es de buena calidad biológicamente, pero para consumo humano no se debe de excluir el tratamiento físico-químico del agua.

La implementación de la propuesta de Plan de Manejo de la microcuenca se podrá llevar a cabo la conservación, manejo y monitoreo de la misma con la participación de los beneficiarios del agua y de la Junta Parroquial de Timbara.

I. RECOMENDACIONES

Mejorar el control de la calidad de la microcuenca del Jambué, se deberá comenzar con programas de monitoreo de control de calidad del río.

Promover el uso de esta metodología en las demás microcuencas de la región, para enriquecer el listado de familias y géneros de la región y así conocer mejor los valores de tolerancia y sensibilidad de estos a diferentes niveles de contaminación.

Dar continuidad al estudio con la implementación de biomonitoreos regulares complementados con análisis fisicoquímicos de manera continua para conocer mejor la variación de la calidad del agua durante el transcurso del año y ver como los factores del tiempo y clima afectan a las comunidades acuáticas.

Implementar el uso de esta metodología de medición de calidad de agua debido a su simplicidad por el nivel taxonómico requerido (familia), el ahorro técnico en términos de tiempo (identificación de insectos) y bajo costo.

Integrar el uso de macroinvertebrados acuáticos en estudios de calidad de agua, contando con personal técnico calificado para la identificación taxonómica y así aportar a esta tecnología creciente y popular en el área ambiental.

Aplicar la propuesta de Plan de Manejo que permita evaluar la calidad del agua periódicamente proporcionando datos que contribuyan a preservar el estado del líquido.

Dar a conocer la información obtenida a partir de este estudio a las autoridades, para que pueda tomarse como base para la implementación de campañas de monitoreo y actividades para la conservación de los recursos naturales en zonas que están siendo amenazadas por la deforestación y el crecimiento de la frontera agrícola y urbana.

J. BIBLIOGRAFÍA

Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA). Almería. Vol. II: 203-p 213.

Alexander Von Humboldt.2005. Metodología para la evaluación de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de los recursos hidrobiológicos. Medellín. p 100.

Álvarez, S.M. y I. Pérez. .2007. Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras: Tesis, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Angrisano, E. B. Insecta Trichoptera. En: Lopretto, E. Y Tell, G., eds. 1995. Ecosistemas De aguas continentales: Metodologías para su estudio. La Plata, Argentina: Ediciones Sur, T. III. 1199-1250 p.

Barbour, *et al.* Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. 1999. EPA 841-B-99-002. U.S. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency, Office of Water. 253 p.

Barrio Nuevo, M.A., F. Romero, M.G. Navarro, G.S. Meoni y H.R. Fernández. 2007. Monitoreo de la calidad del agua en un río subtropical de montaña: el río Lules (Tucumán, Argentina). Conagua.

Bustos, F (2007). Manual de gestión y control ambiental. (Segunda Edición). Ecuador R. N. Industria Gráfica.

Carrera, C. y Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Eco Ciencia. 67p. Quito-Ecuador.

Codificación de la ley de aguas. Codificación 2004-016. Elaborada por la Comisión de Legislación y Codificación. p. 1.

Constitución de la República del Ecuador.2008.p 217.

Correa, I. 2000. Desarrollo de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del agua en los ríos de la cuenca alta del Río Chama utilizando macroinvertebrados bénticos. Tesis de Grado de Licenciado en Biología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Venezuela.

Chapman, D. 1996. Water Quality Assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chapman & Hall. P 626 .

Domínguez E. y Fernández H. (2001). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales. Instituto M. Lillo. Editorial universitaria de Tucumán. Argentina. 237 p.

Domínguez, E. Hubbard, M. Pescador, M. y Molineri, C. Capítulo 1: Ephemeroptera. En: Fernández H. R. y Domínguez E. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional del Tucumán. Argentina Buenos Aires. 2001. 195-219p.

Domínguez, Eduardo y Fernández, Hugo Rafael. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. 2009. 17 p.

Downes B.J., Hindell J.S. y Bond N.R. 2000. What's in a site? Variation in lotic macroinvertebrate density and diversity in a spatially replicated experiment. *Austral Ecology*, 25 (2):128-139 p.

Figueroa, R.; C. Valdovinos, E. Araya, & O. Parra. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua del sur de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76:275-285.

Goitia, E. y Maldonado, M. 1992. Evaluación de la Calidad de Agua del Río Rocha Mediante Organismos Bentónicos. Primer Seminario de Recursos Hídricos y Medio Ambiente en Bolivia. 191 – 196p.

Heino, J., Louhi, P. y Muotka, T. 2004. Identifying the scales of variability in stream macroinvertebrate abundance, functional composition and assemblage structure. *FreshBiol.* 49(9): 1230-1239 p.

Hellawell, J. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. *El servier Applied Science Publ.* 546p. London-New York.

Mafla, M. 2005. Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en Ríos de Tamaño Mediano Talamanca - Costa Rica. Macroinvertebrados (BMWP - CR -Biological Monitoring Working Party) y Hábitat (SVAP -Stream Visual Assessment Protocol). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Margalef, R. *Limnología*. Barcelona (España): Ediciones Omega, 1983. 1009 p. ISBN 84-282-0714-3.

Marqués, *et al.* Los Macroinvertebrados Como Índices de Evaluación Rápida de Ecosistemas Acuáticos Contaminados Por Metales Pesados. En: *Ecotoxicology and Environmental Restoration*. Vol. 4, No. 1 (2001); 25-31 p.

McGavin G. (2001). *Entomología Esencial*. Editorial Ariel ciencia. Barcelona, España. 355p.

Melcalfe, J. 1989 Biological Water Quality Assessment of Running Waters Based on Macroinvertebrate Communities: History and Present Status in Europe. *Environmental Pollution* 60 (1989) 101-139 p.

Merritt, R. y Cummins, K. *Introducción a los Insectos Acuáticos de NorteAmérica*. Third Edition. United States of America: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996. 862 p. ISBN 0-7872-3240-8.

Montejano, Comunidades acuáticas (algas, insectos, y ácaros) indicadoras de la calidad del agua en los ríos permanentes de la región poniente del distrito federal (Magdalena Contreras, Álvaro obregón y Cuajimalpa) México. 1999.

Moya, N. 2006 Índice milimétrico de integridad biótica para la cuenca del río Chipiriri. Tesis de maestría en ciencias biológicas y biomédicas. UMSA La Paz-Bolivia Odum, E. P. 1972. Ecología. Interamericana. México. 639 p.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2005: Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Volumen 3.

Oscoz, J., Leunda, P. M., Miranda, R., Escala, M.C. (2006). Summer feeding relationships of the co-occurring *Phoxinus* and *Gobiolozano* (Cyprinidae) in an Iberian river. *Folia Zool.*, 55: 418-432 p.

Pinilla, G. 1998 Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Centro de investigaciones científicas. Fundación Universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano 67p.

Roldan P., G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 2003. 170 p. ISBN 958-655-671-8.

Roldán Pérez, Gabriel Alfonso. Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Medellín Colombia: Universidad de Antioquia, 2003, 13 p.

Roldán, G. (1996). *Guía para el estudio* de los Macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Bogotá, Colombia.

Roldan, G. Fundamentos de Limnología neo tropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 1992. 529 p.

Roldan, G.; Posada, J. y Gutiérrez, J. Estudio limnológicos de los recursos hídricos del parque de Piedras Blancas. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: Editora Guadalupe, 2001, 121 p. (Colección Jorge Álvarez Lleras; no.18).

Roldán, G.1988.Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos en el Departamento de Antioquia. Bogotá, Colombia.pdf.

Roldan, P. G. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Bogotá (Colombia): Fondo FEN Colombia, 1996. 1-95 p.

Rosenberg DM, Resh VH. Fresh wáter Biomonitoring and BenthicMacroinvertebrates. Chapman Hall Publ. 1993. 488p.

Ruiz, E. Métodos para el Estudio de las Características Fisicoquímicas del Agua. En: Rueda D., G. (Editor y Compilador). Manual de Métodos en Limnología. Primera edición. Bogotá. Asociación Colombiana de Limnología, Pen Clips Publicidad & Diseño, 2002. 9-14p.

Secretaría Técnica de Gestión de Riesgo, 2008.

Sherriffs, M. *et al.* 2004. la Micro-Biodiversidad del Cabo de Hornos. Fundación Omora. Chile.pdf.

Springer, M. 2006. Clave taxonómica para larvas del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica: Rev. Biol. Trop. no. 54 (1): 273-286 p.

Toro, J. *et al.* 2003. Diagnóstico de la calidad del agua en sistemas loticos utilizando diatomeas y macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores Rio Maipo. Chile. Pdf

Texto Unificado de Legislación Secundario de Medio Ambiente. 2003. Libro VI. Anexo 1. p. 321-335.

Velásquez SM, Miserendino LM. Análisis de la materia orgánica alóctonayorganización funcional de macroinvertebrados en relación con el tipo de hábitat enríos de montaña de Patagonia. Ecología Austral 2003; 13:67-82 p.

Washington, H. 1984. Diversity biotic and similarity indices a review. 653p. pdf.

ANEXOS

K. ANEXOS

Anexo 1. Hojas de campo de la evaluación visual del río.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Hoja de campo para evaluar el hábitat de las estaciones de muestreo (SVAP) adaptado al área de estudio

Nombre del sitio de observación: La pituca, estación 1 (Codigo M1)

Nombre del río: Tumbué

Nombres de los evaluadores: Vicente Bladimir Encalada Guerrero

Clima: Nublado.

Temperatura: 22°C

Latitud: 1050 msnm

Parámetros	Característica	Calificación
Apariencia del agua	Transparente	9
Cobertura vegetal	Mayor presencia de árboles	9
Presencia de desechos sólidos	No hay basura	9
Presencia de cultivos cerca del río	Existe pocos cultivos	8
Presencia de estiércol	No hay presencia de animales cerca del río	9
Refugio para peces	Más de siete tipos de refugios	9
Refugio para macroinvertebrados (insectos)	Cinco o más tipos de refugio	9
Aumento de nutrientes de origen orgánico	Moderado crecimiento algas	8
TOTAL		suma total / número de los parámetros 70/8 = 9



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE

Hoja de campo para evaluar el hábitat de las estaciones de muestreo (SVAP) adaptado al área de estudio

Nombre del sitio de observación: Jambue Alto, Estación 2 (Codigo H2)

Nombre del río: Jambue

Nombres de los evaluadores: Vicente Encalado

Clima: Nublado

Temperatura: 22°C

Latitud: 982 msnm

Parámetros	Característica	Calificación
Apariencia del agua	Transparente	9
Cobertura vegetal	Pocos Arboles	8
Presencia de desechos sólidos	Presencia muy poca basura	8
Presencia de cultivos cerca del río	Existen muy pocos cultivos	8
Presencia de estiércol	Poca presencia de ganado.	8
Refugio para peces	Seis o siete tipos de refugios	8
Refugio para macroinvertebrados (insectos)	Tres a cuatro tipos de Refugios	8
Aumento de nutrientes de origen orgánico	Moderado Crecimiento de Algas	8
TOTAL		suma total / número de los parámetros $65/8 = 8$



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE

Hoja de campo para evaluar el hábitat de las estaciones de muestreo (SVAP) adaptado al área de estudio

Nombre del sitio de observación: Jambue bajo, estación 3 (código M3)

Nombre del río: Jambue

Nombres de los evaluadores: Vicente Encalada.

Clima: Nublado

Temperatura: 22°C

Latitud: 947 msnm.

Parámetros	Característica	Calificación
Apariencia del agua	Turbia	8
Cobertura vegetal	Pocos Arboles	8
Presencia de desechos sólidos	Presencia de muy poca basura	8
Presencia de cultivos cerca del río	Existen muchos cultivos cerca del río	5
Presencia de estiércol	Poca presencia de ganado	8
Refugio para peces	Seis o siete tipos de refugio	8
Refugio para macroinvertebrados (insectos)	Tres a cuatro tipos de refugios	8
Aumento de nutrientes de origen orgánico	Moderado crecimiento de algas.	8
TOTAL		suma total / número de los parámetros $61/8 = 8$



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Hoja de campo para evaluar el hábitat de las estaciones de muestreo (SVAP) adaptado al área de estudio

Nombre del sitio de observación: Congruencia Rio Zamora - Jumbue (codigo M4)

Nombre del río: Jumbue

Nombres de los evaluadores: Vicente Encalado

Clima: Nublado

Temperatura: 22°C

Latitud: 900 msnm.

Parámetros	Característica	Calificación
Apariencia del agua	Turbio	8
Cobertura vegetal	Pocos Arboles	8
Presencia de desechos sólidos	Presencia muy poca basura	8
Presencia de cultivos cerca del río	Existe pocos cultivos cerca del Rio	8
Presencia de estiércol	No hay presencia Animales	9
Refugio para peces	Seis a siete tipos de refugio.	8
Refugio para macroinvertebrados (insectos)	tres a cuatro tipos de refugios	8
Aumento de nutrientes de origen orgánico	Moderado crecimiento de Algas.	8
TOTAL		suma total / número de los parámetros $65/8 = 8$

Anexo 2. Hojas de campo de la recolección de macroinvertebrados.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
 ÁREA AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 CARRERA DE INGENIERÍA. EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Hoja de campo para la recolección de macroinvertebrados

Nombre del sitio de observación: La Pituca, Estación 1 (Código H1)

Nombre del río: Zambué

Nombres de los evaluadores: Vicente Bladimir Encalada Guerrero

Clima: Nublado

Temperatura: 22 °C

Latitud: 1050 msnm

FECHA	CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)
03/04/2014	Ephemeroptera	Baetidae	2
03/04/2014	Plecoptera	Perlidae	10
03/04/2014	Trichoptera	Hydropsychidae	4
03/04/2014	Trichoptera	Glossosomatidae	10
03/04/2014	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	22
03/04/2014	Coleoptera	Psephenidae	8
03/04/2014	Ephemeroptera	Euthyplacidae	2
Total			58



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA. EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Hoja de campo para la recolección de macroinvertebrados

Nombre del sitio de observación: Jambué Alto, estación 2 (código M2)

Nombre del río: Jambué

Nombres de los evaluadores: Vicente Encalada

Clima: Nublado

Temperatura: 23 °C

Latitud: 982 msnm.

FECHA	CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)
11/04/2014	Ephemeroptera	Baetidae	1
11/04/2014	Plecoptera	Perlidae	7
11/04/2014	Trichoptera	Hydropsychidae	1
11/04/2014	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	13
11/04/2014	Coleoptera	Psephenidae	4
11/04/2014	Ephemeroptera	Euthyplacidae	1
11/04/2014	Coleoptera	Elmidae	1
Total			28



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA. EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Hoja de campo para la recolección de macroinvertebrados

Nombre del sitio de observación: Jambué Bajo, estación 3 (código M3)

Nombre del río: Jambué

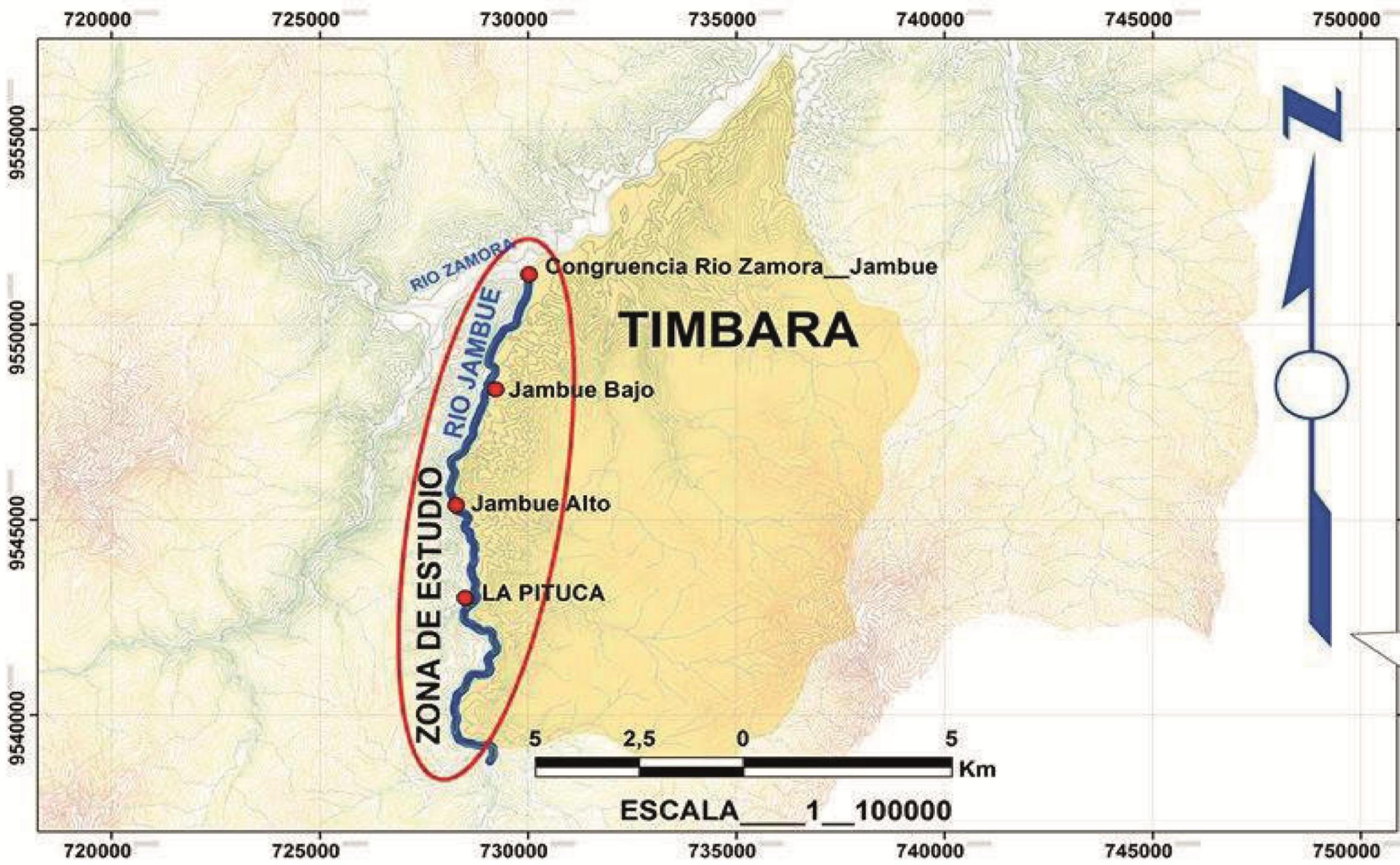
Nombres de los evaluadores: Vicente Encalada

Clima: Nublado

Temperatura: 21 °C

Latitud: 947 msnm.

FECHA	CLASIFICACIÓN (Orden)	FAMILIA	ABUNDANCIA (individuos recolectados)
20/04/2014	Diptera	Chironomidae	1
20/04/2014	Coleoptera	Elmidae	1
20/04/2014	Plecoptera	Perlidae	7
20/04/2014	Trichoptera	Hydropsychidae	1
20/04/2014	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	14
20/04/2014	Coleoptera	Psephenidae	4
Total			28



LEYENDA	
	RIOS DE ZAMORA
	RIOS JAMBUE
	CURVAS DE NIVEL
	TIMBARA
	PUNTOS DE MUESTREO



TITULO: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA EL JAMBUE		
DISEÑO: Bladimir Encalada	REVISION:	FECHA: Agosto, 2014
CONTIENE: Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreo		LAMINA: 1/1
ESCALA: 1.....100000		Lic. Hitalo Pucha Mg. Sc. DIRECTOR DE TESIS

MAPA DE MUESTREO DE LA MICROCUENCA DEL JAMBUE



Vía asfaltada

Río Zamora

Congruencia Río Zamora-Jambue

Micro Cuenca Jambue

Jambue Bajo

Jambue Alto

La Pituca

LEYENDA

- Ubicación_del_muestreo
- Vía_Asfaltada
- ~ rios_sec
- Río-Zamora

Escala: 1.50.000
0 550 1100 2200 3300 4400 Meters



U.N.L.

TITULO: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA EL JAMBUE

DISEÑO: Bladimir Encalada

REVISION:

FECHA: Agosto, 2014

CONTIENE: Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreo

Lic. Hitalo Pucha Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

LAMINA: 1/1

ESCALA: 1:50000

Anexo 5. Fotografías de las estaciones de muestreo



Foto 5. LaPituca, estación uno (código M1)

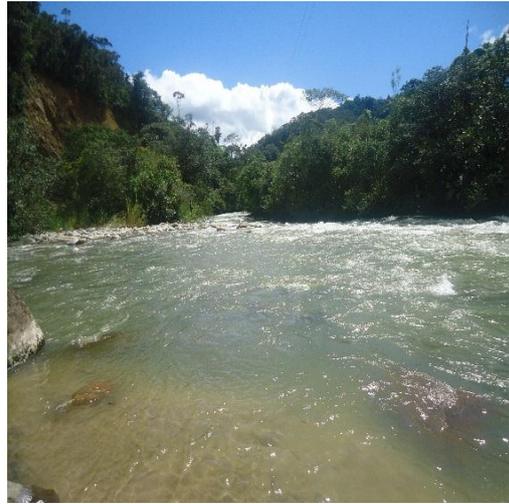


Foto 6. Jambué Alto, estación dos (código M2)



Foto 7. Jambué Bajo, estación tres



Foto 8. Congruencia Rio Zamora-Jambué



Foto 9. Intervención de actividades antropogénicas, estación tres, Jambué Bajo



Foto 10. Presencia de cultivos, estación dos, Jambué Alto

Anexo 6. Fotografías de los macroinvertebrados recolectados



Foto 11. Especimen de la familia Leptophlebiidae



Foto 12. Especimen de la familia Psephenidae parte inferior



Foto 13. Especimen de la familia Psephenidae parte superior

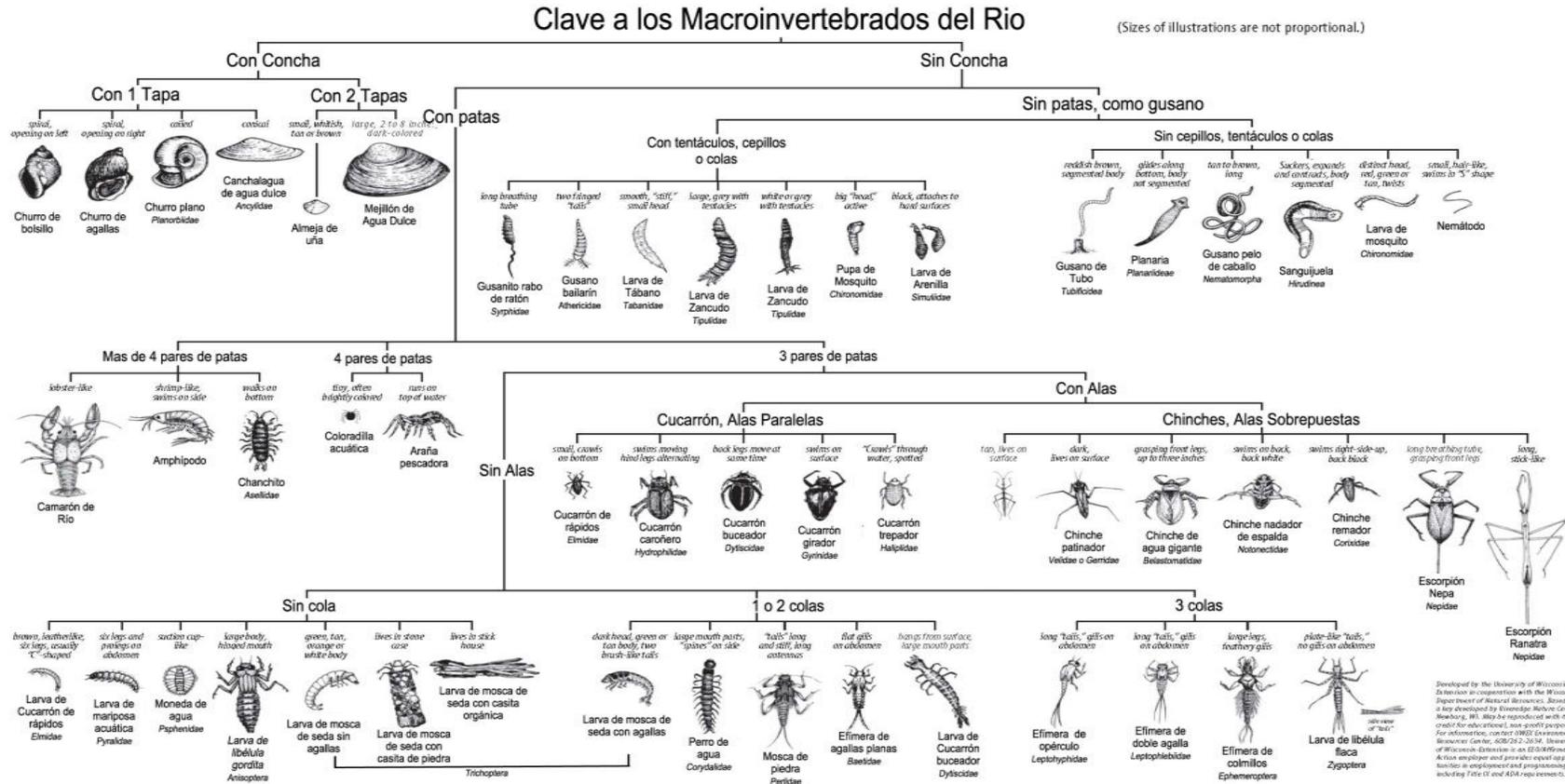


Foto 14. Especimen de la familia Perlidae



Foto 15. Especimen de la familia Hydropsychidae

Anexo 7. Clave de identificación de macroinvertebrados.



Fuente: Marisol Castro, escuela de Biología Universidad De Costa Rica (2001)

