

Eddy Alejandro Miranda Cuellar<sup>1</sup>, Rosario Delgado Arce<sup>2</sup> y Roxana Pérez Barriga<sup>3</sup>  
Docente Guía: MSc. Ing. Luis Rolando Lafuente Retamozo  
Carrera de Ingeniera en Medio Ambiente  
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales – Entre Ríos – U.A.J.M.S.

---

## Resumen

El presente trabajo de investigación fue llevado a cabalidad cumpliendo los objetivos del mismo y colaborado muy de cerca por varios de nuestros compañeros y compañeras estudiantes, que se prestaron para apoyarnos en éste trabajo de seguimiento y recolección de Macroinvertebrados. Este trabajo de investigación intitulado, “Investigación de la Calidad del Agua por Macroinvertebrados en sub Cuenca del Rio Santa Ana – Tramo Gareca-Puente Santa Ana”, con un recorrido de 12 Km, pudimos atrapar 18 familias de Macroinvertebrados, dándonos una calidad de agua “Buena”, ya que su BMWP/bol es de 116 (BMWP/bol 101- 120 >120), además con un significado de, “Aguas muy limpias, no contaminadas”, por lo que este tramo de la subcuenca la podemos describir ambientalmente de color “Azul”.

Este tramo de subcuenca, también pudimos observar caracterizaciones morfológicas únicas de gran exuberancia vegetal como de un microclima muy húmedo. Con ello podemos afirmar que ahora ya podemos contar con una referencia científica importante sobre la calidad de agua de ésta subcuenca, aunque si bien no pudimos identificar algunos Macroinvertebrados, a pesar de muchos esfuerzos, y que para estos trabajos se recomienda hacer también una investigación física, química y microbiológica, para verificar éste resultado de Biomonitorio, y con ello el grado de sensibilidad usado.

Palabras Clave: Macroinvertebrados, Bioindicadores, Biomonitorio, BMWP/Bol.

## Abstract

The present research work was carried out in full compliance with the objectives of the same one and collaborated very closely by several of our companions students, who lent themselves to support us in this follow-up work and Collection of Macroinvertebrates. This research work entitled, “Investigation of Water Quality by Macroinvertebrates in sub basin of the Santa Ana River - Gareca-Santa Bridge section Ana “, with a distance of 12 km, we were able to catch 18 families of Macroinvertebrates, giving us a “Good” water quality, since your BMWP / bol is 116 (BMWP / bol 101-120 > 120), also with a meaning of, “Very clean waters, no contaminated “, so this section of the sub-basin can be described environmentally colored “Blue”. This stretch of sub-basin, we could also observe morphological characterizations unique of great vegetal exuberance as of a very humid microclimate.

With this we can affirm that now we can count on a scientific reference important on the water quality of this sub-basin, although although we could not identify some Macroinvertebrates, despite many efforts, and that for these work is also recommended to do a physical, chemical and microbiological, to verify this result of biomonitoring, and with it the degree of sensitivity used.

Key Words: Macroinvertebrates, Bioindicators, Biomonitoring, BMWP / Bol.

## Introducción

El Biomonitoreo a través de bioindicadores, se instituyó en Inglaterra el año 1970, con el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) y como un método simple que asigna un puntaje a todas las familias de Macroinvertebrados identificados. Hoy en día éste método está generalizado en todo el mundo, inclusive formando parte de la legislación de muchos países, como el de la Unión Europea, donde la indicación biológica es el núcleo de todo el sistema de monitoreo y evaluación de la calidad del agua de sus 27 países, dando incluso a luz a un nuevo concepto, que es el “Estado Ecológico”, significado con ello una revolución, en la forma como los gobiernos europeos deben contemplar los indicadores biológicos de calidad del agua.

Desde el año 2012 el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, de Bolivia, empezó a dar un gran impulso en cada uno de sus Departamentos, sea a niveles académicos como Universidades, Instituciones estatales, Instituciones privadas y otras al uso de bioindicadores, como un medio éste, de biomonitorear de forma rápida y económica para encontrar la calidad del agua de los cuerpos receptores, como ríos, lagos artificiales y naturales, como humedales. Hoy en día dada la importancia del recurso agua para el desarrollo de las sociedades, es que se convierte en una necesidad el conocer la calidad del agua, para así darle los usos respectivos o en su caso para clasificar los cuerpos de agua y realizar los tratamientos según correspondan.

El estudio del ecosistema dulceacuícola de un cuerpo de agua, está conformado por tres componentes biológicos, que son:

### 1. Las macrofitas

### 2. Los peces

### 3. Los Macroinvertebrados o fauna bentónica

Este último es de gran importancia para conocer la calidad del cuerpo de agua o su evolución en el tiempo dado el uso que se viene haciendo en todo su recorrido, dado que se convierte en un indicador de la contaminación. Es así que estos organismos heterótrofos son muy variables pertenecientes a diferentes phyla, como ser: moluscos, gusanos, crustáceos y estados larvales de muchos insectos y arácnidos. De éstas diferentes especies hoy en día sean convertidos en bioindicadores o indicadores biológicos, dada su capacidad de adaptarse

a una calidad de agua específica, y con ello generar su propia puntuación. Las razones por las cuales se usan los Macroinvertebrados como indicador biológico de un ecosistema fluvial son:

1. Existe una gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales.
2. Son relativamente fáciles de muestrear, con bajo costo económico
3. En general presentan una taxonomía bien conocida a nivel de familia y género.
4. Los diferentes taxones presentan requerimientos ecológicos diferentes, por lo que son capaces de tener una amplia distribución geográfica.
5. Los protocolos de muestreo y elaboración de índices o grado de sensibilidad están bien estandarizados;
6. Poseen un tiempo de vida relativamente largo, que permite integrar los efectos de la contaminación en el tiempo.
7. Son en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación.
8. Entre otros aspectos importantes de los Macroinvertebrados en los cuerpos receptores son:
9. Se constituye en el componente de biomasa animal más importante en muchos tramos de ríos.
10. Juegan un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas. Es decir, que los Macroinvertebrados acuáticos consumen materia orgánica fabricada en el río por organismos fotosintéticos (algas o broiofitas) como también materia orgánica procedente del ecosistema terrestre, como de bosques de ribera, para representar así la principal fuente de alimento a los grandes vertebrados del ecosistema acuático, como peces, aves o mamíferos semiacuáticos. Por ello conservar a los Macroinvertebrados en su sistema acuícola, para que la calidad del agua continúe, es de suma importancia para conservar las poblaciones de algunas especies superiores. A medida que van creciendo las poblaciones humanas, los desechos líquidos generados, como sus aguas residuales o también llamadas aguas residuales urbanas, como también las aguas residuales industriales, sean cru-

das o tratadas, de alguna manera van a convertirse en afluentes de cuerpos receptores, y con ello a cambiar la calidad de sus aguas. El grado de contaminación que van a los cuerpos receptores, o también llamadas “perturbaciones”, pueden ser las siguientes:

1. **Perturbaciones Muy Grandes:** cuando los vertidos agotan el Oxígeno Disuelto (OD) del agua, por lo que muy pocas especies tolerantes pueden sobrevivir.
2. **Perturbaciones Intermedias:** con la aparición o incremento de algunos nutrientes, que dan lugar a cambios menos drásticos en el cuerpo receptor. Con la desaparición de pocas especies o en el incremento de la densidad poblacional de otras. O la aparición de otras más tolerantes a las nuevas condiciones.
3. **Perturbaciones puntuales:** en las cuales la calidad del agua se ve afectada por una de sus variables, como sales, tóxicos u otros, que pueden modificar la densidad poblacional, aumentando algunas y/o disminuyendo otras especies.
4. **Perturbaciones Bajas:** en las cuales no se ve afectada la densidad poblacional, ya que estas leves cantidades de contaminantes, no ejercen influencia en la existencia de las especies.

## Objetivos

- **Objetivo General**

Determinar la Calidad del agua del tramo Gareca - Puente del Río Santa Ana perteneciente a la subcuenca Santa Ana.

- **Objetivos Específicos**

Monitorear el tramo de río de la subcuenca respectiva

Identificar y Evaluar las familias de Macroinvertebrados

## Área De Estudio

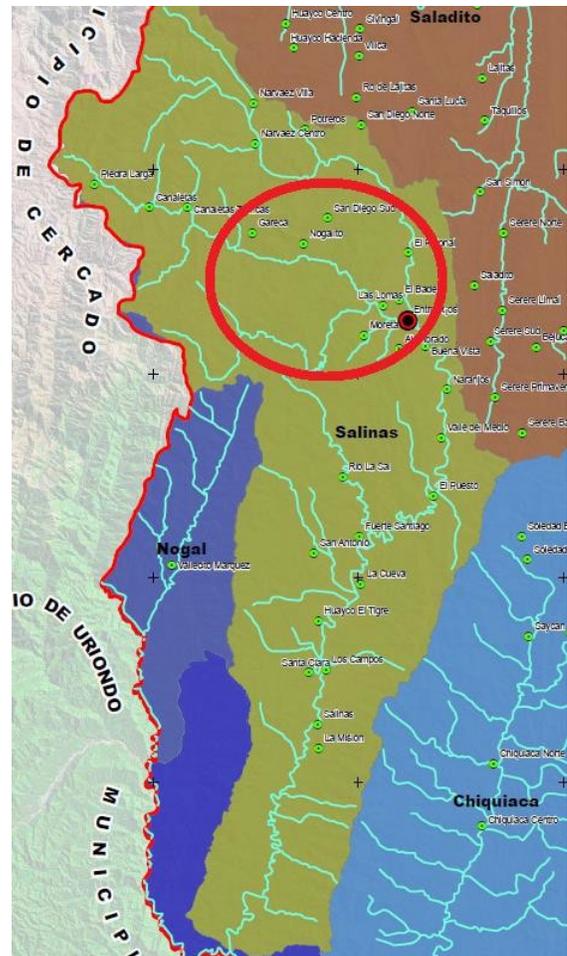
El Proyecto se desarrolló en la cuenca del río Santa Ana, la cual es parte de la cuenca del río Salinas; abarcando parte del distrito 1 del Municipio de Entre Ríos, específicamente en las comunidades de Las Lomas, Nogalito y Gareca. Se ubica al noroeste del Municipio de Entre Ríos, en la Provincia O’Connor del Departamento de Tarija, entre las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla N°3 Coordenadas Geográficas:

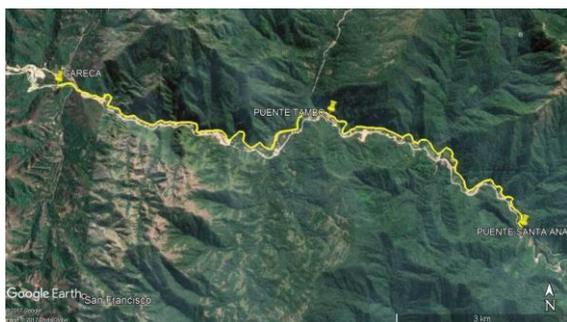
Zona	Coordenada
Inicio	Zona 20K
Puente Santa Ana	Coordenada Este 374392.00m E Coordenada Norte
Punto Intermedio	Zona 20K
Puente Tambo	Coordenada Este 3700993.00m E Coordenada Norte
Punto Final	Zona 20K
Gareca	Coordenada Este 366224.00m E Coordenada Norte

El clima de la zona es de templado semihúmedo. La época de lluvias se concentra en los meses de diciembre a marzo. La precipitación varía entre 1000 y 1100 mm anuales, la temperatura promedio diaria varía según la altitud y la influencia de vientos fríos (surazos) que van desde 16 a 19 °C. La época seca desde abril a octubre La vegetación de la región está representada por la formación boscosa Tucumano-Boliviano (bosques de montaña).

Mapa N° 2. Ubicación del área del Proyecto



Mapa N° 3 Tramo investigado



Mapa N° 4 Punto de inicio de muestreo puente Santa Ana



Mapa N° 5 Punto intermedio de muestreo Puente Tambo



Mapa N° 6 Punto final de muestreo



## Materiales

- Frascos de vidrio con solución alcohólica 80%
- GPS
- Guía Metodológica
- Frascos plásticos
- Pinzas finas
- Etiquetas adhesivas
- Lápiz negro
- Baldes blancos
- Papel bond plastificado
- Planillas de campo
- Cámara digital

## Método

El método es de muestreo aleatorio simple, en todo el recorrido del tramo de la subcuenca, entre el Puente Santa Ana y el Puente Gareca, con la toma de muestras en las partes lenticas del río. Este método se adapta muy bien a las características físicas del río, ya que los Macroinvertebrados, son arrastrados con el aumento de caudal o en los espacios de río cuyas velocidades son rápidas, las que denominan zonas loticas. Para recolectar Macroinvertebrados se usó mallas, cedazos, baldes y jarras en los tramos de río que presentaba un caudal lentic o de los cuales se tomaba en recipientes el sustrato donde posiblemente se encontraba el Macroinvertebrado, obtenido el Macroinvertebrado se tomaron fotografías de los mismos para luego conservarlos en frascos de vidrio perfectamente herméticos con solución alcohólica al 80% para su posterior identificación por incorporación con el documento de MMAyA, en el cual se encuentra la taxonomía y la puntuación respectiva de cada Macroinvertebrado, luego realizando la respectiva sumatoria de los grados de sensibilidad obtenido de cada Macroinvertebrado, llegando a un total para poder comparar con la (Tabla N° 1 Clases de calidad y los valores asignados al BMWP/Bol.)

Tabla N° 1 Clases de calidad y los valores asignados al BMWP/Bol.

## Bibliografía

1.- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados Acuáticos Y Calidad De Las Aguas De Los Rios. IV Simposio Del Agua En Andalucía (SIAGA), II, 203–213.

2.- Cammaerts, D., Cammaerts, R., Riboux, A., & Vargas, M. (2008). Bioindicación de la calidad de los cursos de agua del valle central de Tarija (Bolivia) mediante Macroinvertebrados acuáticos. Revista Boliviana de Ecología Y Conservación

3.- Ministerio de Medio Ambiente y Agua<sup>1</sup>. 2012. Guía para la Evaluación de la Calidad Acuática Mediante el Índice BMWP/Bol. La Paz Bolivia.

4.- Ministerio de Medio Ambiente y Agua<sup>2</sup>. 2016. Guía Bioindicadores para calidad del Agua.

5.- Ministerio de Medio Ambiente y Agua<sup>3</sup> Guía para la Evaluación de las Condiciones Biológicas de Cuerpos de Agua Utilizando Macroinvertebrados Bentónicos

6.- MDSMA, 1992. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

7.- Narcís prat, blanca ríos, Raúl acosta, María Rieradeva -- Los Macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas 8.- Rubén Ladrera Fernández-- Los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos

Clase	Calidad	BMWP/Bol	Significado	Color
I	Buena	>120 101-120	Aguas muy limpias. No contaminadas	AZUL
II	Aceptable	61-100	Se evidencia algún efecto de contaminación	VERDE
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	AMARILLO
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy Critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

## Resultados

Este trabajo de investigación intitulado, “Investigación de la Calidad del Agua por Macroinvertebrados en sub Cuenca del Rio Santa Ana – Tramo Gareca-Puente Santa Ana”, con un recorrido de 12 Km, pudimos atrapar 18 familias de Macroinvertebrados, dándonos una calidad de agua “Buena”, ya que su BMWP/bol es de 116 (BMWP/bol 101- 120>120), además con un significado de, “Aguas muy limpias, no contaminadas”, por lo que este tramo de la subcuenca la podemos describir ambientalmente de color “Azul” De manera directa se beneficiaron con las experiencias de este proyecto de investigación tres estudiantes y de forma indirecta con trabajos complementarios participaron 35 estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.

## Discusión

Según como se observa en Tabla N° 1 Clases de calidad y los valores asignados al BMWP/Bol. Estas aguas del tramo de 12km del rio Santa Ana, partiendo del puente Santa Ana hacia el Puente Gareca con la puntuación obtenida de 116 se encuentra dentro de Clase I, Calidad Buena, BMWP/Bol 101- 120>120, Significado: Aguas muy limpias no contaminadas, Color Azul.

## Conclusiones

El tramo en el que se trabajó presenta una longitud de 12km con varios afluentes de riachuelos y quebradas y con grandes cortes de Talud que en varias partes son inaccesibles para su entrada como para el monitoreo de Macroinvertebrados por su caudal Lotico.

En base El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP/bol una vez realizado el trabajo de campo y posteriormente de gabinete se pudo determinar el valor de 116 el mismo que corresponde a la sumatoria de grados de sensibilidad de las 16 familias de Macroinvertebrados, que recolectamos, dando como dato que las aguas de la Sub Cuenca del Rio Santa Ana – Tramo Gareca-Puente Santa Ana son de calidad “Buena” que significa (aguas muy limpias, no contaminadas) como lo dice la tabla que se encuentra en Tabla N° 1 Clases de calidad y los valores asignados al BMWP/Bol.

**Anexos**

***Zonas con aguas lenticas***



***Zonas con aguas lenticas***



***Aguas Rápidas***



***Lugares Rocosos***



***Lugares Rocosos***



***Lugares Rocosos***



*Lugares Rocosos*



*Estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente*



*Uso de GPS*

