

**POR UN ARROYO SAUCE SUSTENTABLE, ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA.**

**CAZAGUAS**

**INTEGRANTES: Romina Benitez, Ailén Bizzozero, Nadia Carrazi, Bruno Ceballos, Malena Coasini, Meliza Cuozzo, Julieta Dávila, Sofía de Marsilio, Candela Delgado, Federico Delgado, Iliana Dutra, Faustino Díaz, Matías Fourcade, Selena Hernández, Romana Izzi, Agustín Miranda, Emanuel Morales, Juliana Moyano, Mathías Ottonello, Mateo Risso, Victoria Rodríguez, Alan Soto, Samuel Souza.**

**ORIENTADORES: Prof. Lourdes Cianflone [lourcianflone@gmail.com](mailto:lourcianflone@gmail.com)  
Prof. Mónica Fernández [monikgfernandez@gmail.com](mailto:monikgfernandez@gmail.com)**

**Liceo Sauce Nro. 1**

**Sauce**

**CANELONES**

**Año 2019**

## **TÍTULO**

POR UN ARROYO SAUCE SUSTENTABLE, ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA.

## **RESUMEN**

En el año 2018 se realizó un estudio de las cunetas frente al liceo Sauce 1 a cargo de estudiantes de tercer año, debido al mal olor que surgía de éstas. Se llegó a la conclusión de que al no contar con saneamiento, las aguas residuales domésticas de la ciudad de Sauce son vertidas hacia las cunetas. Continuando con el estudio, se identifica la calle Santa Isabel, donde se encuentra el liceo, como una divisoria de aguas y se observa que el agua de las cunetas desemboca en el arroyo Sauce. Con el objetivo de conocer la calidad del agua del arroyo y determinar si los vertidos son causa de contaminación, se marcan tres zonas de muestreo y se realiza análisis físico-químico utilizando protocolos GLOBE y biológico del agua. Al comparar las zonas de muestreo los parámetros que indican una alteración del agua son el color y la transparencia. Del análisis biológico de macroinvertebrados se concluye que el estado de contaminación del agua es crítico. Todos los datos obtenidos y la información recabada bibliográficamente, se utilizará para elaborar un plan de recuperación del arroyo Sauce y transformarlo en un recurso sustentable.

## **ABSTRACT**

In 2018, students of Sauce 1 highschool realized an investigation of the highschool's gutters due to the bad smell that arises from these. They concluded that given Sauce doesn't have sanitation, household wastewater were thrown away to the gutters, and there were also obstructions caused by plastic waste. By indentifying Santa Isabel street (where the highschool is located), as a water divider street, they discovered that gutter's water flows into Sauce stream. In order to know more about the stream water quality and if the spills were the cause of contamination, they identify tree sampling zones to make a chemical/physicist analysis using GLOBE protocols. When comparing two of the tree sampling zones, the parameter that indicates contamination is the color and the transparency of the water. From the biological analysis of macroinvertebrates it is concluded that the state of water contamination is critical. All the data collected in the investigation and the information bibliographically searched, will be used to develop a recuperation plan of Sauce stream and transform it into a sustainable resource.

Keywords: water quality, physical-chemical analysis, contamination

## INTRODUCCIÓN

Se realiza un estudio de hidrósfera, el agua del arroyo Sauce, ubicado en la ciudad de Sauce departamento de Canelones.

Esta investigación surge a partir de otra realizada en el año 2018 donde alumnos de tercer año estudiaron las causas del mal olor que surgía de las cunetas ubicadas frente al liceo de Sauce 1 en determinados momentos del año. Se observó que esta agua es llevada hacia el arroyo Sauce ya que Santa Isabel (calle del Liceo Sauce 1) es una divisoria de aguas de la ciudad.

Se plantea como hipótesis, según las percepciones de los integrantes del grupo como también de algunas personas de Sauce encuestadas, que el arroyo Sauce está contaminado. En esta percepción influye su aspecto, agua marrón y presencia de residuos. El arroyo no es utilizado por la población con fines recreativos como ser baños, o para pescar.

Se formula la pregunta de investigación: ¿Cuál es la calidad del agua del arroyo Sauce?

Para responder esta pregunta se plantea como objetivo general: conocer la calidad del agua del arroyo Sauce y como objetivos específicos: analizar el agua del arroyo Sauce utilizando medidas físico-químicas de pH, transparencia, presencia de nitratos, temperatura y biológicas de macroinvertebrados, comparando los resultados de tres zonas de muestreo: en la ciudad (punto medio), aguas arriba y aguas abajo.

### Descripción y caracterización de la zona de estudio

La ciudad de Sauce está ubicada en el departamento de Canelones a 35 km de Montevideo.

El arroyo Sauce nace al suroeste de la ciudad homónima, en la cuchilla Grande a unos 100m de la ruta 33 km 27, a 70 metros sobre el nivel del mar e ingresa a la planta urbana luego de haber atravesado el parque botánico Artigas de Sauce, para continuar hacia el este por fuera de la ciudad. Tiene una longitud aproximada de 45 km. Es afluente del arroyo Pando y forma parte de la cuenca más grande de Canelones como lo muestra el Mapa 1 en Anexos. Se alimenta de lluvias y de diversas cañadas.

Luego de pasar por la ciudad de Sauce recibe diversos afluentes como ser: arroyo Colorado, Vizcaíno, Mata Siete y Pantanoso. (Cianflone, 2019)

### Marco teórico

Un arroyo es una corriente natural de agua que normalmente fluye con continuidad, pero a diferencia de un río, tiene escaso caudal que puede incluso desaparecer en la estación seca, verano o invierno, dependiendo de la lluvia para su existencia.

Una línea divisoria de aguas es un área de tierra que divide el agua de lluvia. Una parte del agua se filtra en el suelo y otra fluye aguas abajo en ríos, arroyos y lagos.

Un mapa de sitio es un registro y representación de lo que se encuentra en el lugar con sus respectivas referencias y sirve para ubicarse y poder entender el lugar de muestreo. (Protocolo GLOBE de hidrósfera)

La temperatura permite entender otras medidas físico-químicas, influye en la cantidad y diversidad de vida acuática. También su valor contribuye a entender los modelos de clima local y global. (Protocolo GLOBE de hidrósfera)

El agua dulce tiene impurezas naturales, incluyendo sales o minerales disueltos en el agua que no siempre se pueden ver u oler. Se llama total de sólidos disueltos (TSD) a la cantidad de impurezas en el agua (minerales y sales). Se mide el TSD en partes por millón (ppm). Esto dice cuántas unidades de impurezas hay por un millón de unidades de agua de masa. Se utiliza una

medida indirecta para calcular el TSD, la conductividad. Por ejemplo la existencia de muchos iones en el agua da como resultado una mejor conductividad de la electricidad. El conductímetro mide cuánta electricidad es conducida en un centímetro de agua. (Protocolo GLOBE de hidrosfera)

El pH indica el contenido ácido del agua. La escala de pH (mide de 0 a 14) es una escala logarítmica de la concentración del ión hidrógeno (H<sup>+</sup>). Soluciones con un pH mayor que 7 son clasificadas como básicas y aquellas que tienen pH menor a 7 son ácidas. Un pH de 7 es neutro. El pH que es la concentración de la actividad de hidrógeno en una solución. El pH tiene una fuerte influencia sobre lo que puede vivir en el agua; los organismos acuáticos tienen determinados rangos de pH que ellos prefieren o necesitan para vivir. También afecta la solubilidad, cantidad de una sustancia que puede ser disuelta en el agua y la disponibilidad biológica de nutrientes. (Protocolo GLOBE de hidrosfera)

El nitrógeno puede tener varias formas químicas en los cuerpos de agua. Dentro de las formas inorgánicas está el nitrato, la forma más importante del nitrógeno porque es un nutriente esencial en el crecimiento y reproducción de muchas algas y otras plantas acuáticas. A menudo se lo llama al nitrógeno como nutriente limitante porque las plantas usan en pequeñas cantidades el nitrógeno disponible en el agua y no pueden crecer y reproducirse más si falta. Por lo tanto, limita la cantidad de plantas en el agua. Es un contaminante común porque es transferido por escurrimiento de los campos de agricultura fertilizados en exceso. (Protocolo GLOBE de hidrosfera)

La transparencia del agua se mide a través de su turbidez que es la medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuanto más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será su turbidez. (Lentech B.V.)

La transparencia disminuye con la presencia de moléculas y partículas que pueden absorber o dispersar la luz. Materiales oscuros o negros absorben más longitud de onda mientras que materiales claros o blancos la reflejan. El tamaño también es importante, las partículas pequeñas (1 micrometro) pueden dispersar la luz.

El monitoreo de las aguas superficiales debe incluir, junto a los parámetros físicos y químicos tradicionales, el uso de las comunidades biológicas, que reflejan la calidad ambiental del medio donde habitan. Los invertebrados y algas son de los bioindicadores más usados. (DINAMA, 2008)

Los indicadores biológicos más utilizados en la evaluación de los ecosistemas fluviales del mundo, destacan los macroinvertebrados bentónicos debido a que presentan las siguientes ventajas: a) presencia en prácticamente todos los sistemas acuáticos continentales, lo cual posibilita realizar estudios comparativos; b) su naturaleza sedentaria, la que permite un análisis espacial de los efectos de las perturbaciones en el ambiente; c) los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, que pueden ser realizados con equipos simples y de bajo costo; y d) la disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos, los que han sido validados en diferentes ríos del mundo. (<https://scielo.conicyt.cl/cielo.php>)

Los parámetros estándares utilizados para el análisis son:

Artículo 3 decreto 253/79

Clasificación de los cursos de agua.

Se informa sobre el que califica al curso de agua de la presente investigación, Clase 4

#### CLASE 4

Aguas correspondientes a los cursos o tramos de cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas que deban mantener una armonía con el medio, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyos productos no son destinados al consumo humano en ninguna forma.

#### PARAMETRO ESTANDAR

-OLOR No objetable

-MATERIAL FLOTANTE Y ESPUMAS NO NATURALES Visualmente ausentes

-COLOR NO NATURAL Visualmente ausentes

-TURBIEDAD Máx. 100 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad)

En la investigación se utiliza el tubo de transparencia y se mide la distancia en cm donde se deja de ver el fondo dibujado con un Disco de Secchi.

Según Belart, Carmen Libro de Biología y Geología el agua está contaminada si la medida del tubo de transparencia da menor a 1m. Pero esta autora es de España y se desconoce que tipo de curso de agua está analizando.

Según datos suministrados por DINAMA, no es comparable la turbidez del decreto con la medida de transparencia que arroja el tubo de transparencia utilizado por GLOBE, pero estiman que las mediciones menores a 1m son muy bajas en Transparencia lo que podría indicar contaminación.

-pH entre 6,0 y 9,0

Para Nitrato se toma también para el análisis la de clase 3 (es un curso de agua como el Río Negro por ejemplo) –NITRATOS Máx. 10 mg/L en N, ya que se midió y el decreto no establece un estándar para la clase de curso de agua estudiada.

(Extraído y modificado del Código de Aguas de Uruguay Decreto 253/79)

Para el análisis de macroinvertebrados se utiliza la guía de Ortuño, C. Viceministerio de recursos hídricos y riego de Bolivia, *Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos*. (Ver anexos con las tablas utilizadas).

## **METODOLOGÍA**

### Cronograma de actividades



|                                       |  |  |  |  |  |   |   |   |   |
|---------------------------------------|--|--|--|--|--|---|---|---|---|
| Análisis de resultados y comunicación | Análisis de resultados y elaboración de conclusiones primer muestreo   |  |  |  |  | X |   |   |   |
|                                       | Presentación en Congreso de Feria de Ciencias MEC Cultura Científica   |  |  |  |  | X |   |   |   |
|                                       | Análisis de resultados y elaboración de conclusiones segundo muestreo  |  |  |  |  | X |   |   |   |
|                                       | Elaboración del informe de investigación   |  |  |  |  |   | X |   |   |
|                                       | Presentación de la investigación en la Feria Departamental de Clubes de Ciencia de Canelones 3/9   |  |  |  |  |   | X |   |   |
|                                       | Presentación de la investigación a la comunidad de Sauce – Feria Educativa en plaza de Sauce 27/9  |  |  |  |  |   | X |   |   |
|                                       | Análisis de macroinvertebrados   |  |  |  |  |   |   | X |   |
|                                       | Análisis de resultados y elaboración de conclusiones tercer muestreo   |  |  |  |  |   |   | X |   |
|                                       | Análisis de datos obtenidos de Facultad de Ciencias  |  |  |  |  |   |   | X |   |
|                                       | Elaboración del informe de investigación y poster  |  |  |  |  |   |   |   | X |
|                                       | Presentación de la investigación en la Feria Nacional de Clubes de Ciencias de Uruguay obteniendo el 2do lugar de categoría y área entre los 19 departamentos. |  |  |  |  |   |   |   | X |

## Materiales

- ✓ Protocolos GLOBE de Hidrósfera
- ✓ Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos (MMAyA Bolivia)
- ✓ Carta de estelas de condensación GLOBE
- ✓ Carta de identificación de nubes GLOBE
- ✓ Hoja para esquema de mapa de sitio
- ✓ Lápiz, goma, lapicera
- ✓ Metro
- ✓ Banderines
- ✓ Martillo
- ✓ Guantes
- ✓ Tapaboca
- ✓ Gafas protectoras
- ✓ Recipiente para extracción de muestra
- ✓ Cuerda
- ✓ Vasos de bohemia plásticos
- ✓ Jarra
- ✓ Frasco para desechos
- ✓ Botella para transportar agua al laboratorio
- ✓ Rotulador
- ✓ Etiqueta
- ✓ Bidones plásticos
- ✓ Frascos plásticos con tapas
- ✓ Tubos con tapa
- ✓ Piseta con agua destilada
- ✓ Papel secante
- ✓ Cuerda fina para termómetro
- ✓ Banda elástica
- ✓ Termómetro de alcohol
- ✓ Lab Disc Ceibal
- ✓ Accesorio Ceibal Sonda para temperatura
- ✓ Papel pH
- ✓ Accesorio Ceibal pH-metro
- ✓ pH-metro (DINAMA)
- ✓ Tubo de transparencia (DINAMA)
- ✓ Kit de Nitratos (DINAMA)
- ✓ Conductímetro (DINAMA)
- ✓ Tabla de TDS (Protocolo GLOBE de Conductividad eléctrica)
- ✓ Alcohol 95%
- ✓ Kit para macroinvertebrados (DINAMA) (red surber y filtros)
- ✓ Celular para fotos, calculadora y datos de GPS



### Diseño:

Se realizan tres salidas a diferentes zonas de muestreo donde se toman las mediciones físico-químicas planificadas y se recogen muestras de macroinvertebrados.

Miércoles 17/7 – Muestreo en arroyo Sauce – Cno. Berruti (puente peatonal) paralelo al puente sobre ruta 107 – (punto medio) en la ciudad

Miércoles 14/8 – Muestreo en arroyo Sauce – Cno. Paso del Horno (aguas abajo) pasando la ciudad

Miércoles 9/10 – Muestreo en arroyo Sauce – Parque Artigas (aguas arriba) antes de la ciudad  
Previo a las salidas de campo se realizan actividades para organizarla, primero en subgrupos se planifica cómo sería una salida de campo.

En un segundo encuentro se realiza una lectura de los protocolos GLOBE.

Se planifican las salidas teniendo previamente una actividad en el laboratorio para manejo de los instrumentos de medición físico-químicos y manejo de protocolo de extracción de macroinvertebrados.

Siguiendo los protocolos GLOBE, se subdividen actividades de muestreo.

Se comparten las tablas de resultados en clase y se analizan de acuerdo al marco teórico estudiado y utilizando las tablas de cada guía y protocolo.

### Procedimientos de medición

Se siguen los Protocolos GLOBE para llevar a cabo las mediciones.

Lo que se varía es el realizar la medición con más de un instrumento si éste está disponible.

La temperatura según protocolo se toma con sonda o con termómetro de alcohol, se registra en este proyecto las dos mediciones.

El pH se mide o con cinta o con un pH-metro, en esta investigación se utiliza: cinta pH, pH-metro proporcionado por DINAMA y pH-metro del Sensor Lab Disc Ceibal.

Para medir la transparencia del agua se decide utilizar el tubo de transparencia porque se trata de un curso de agua en movimiento.

La presencia de nitratos se mide utilizando Kit de nitratos HI (Hanna instruments) 3874, proporcionado por DINAMA.

La conductividad eléctrica se mide en el laboratorio utilizando muestra de agua llevada a una temperatura de 22°C ya que la temperatura in situ era menor a 20°C y según protocolo GLOBE no se podía medir conductividad en esas condiciones. Se utiliza un conductímetro proporcionado por DINAMA. Esta medida solo se toma en un punto ya que surge la dificultad de calibración del conductímetro para su posterior utilización.

El análisis de macroinvertebrados bentónicos se analiza siguiendo protocolo GLOBE para macroinvertebrados y la *Guía para la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos* recomendada por DINAMA y facilitada por el Maestro de la escuela de Las Violetas, que la utilizó con un grupo en 2018.

Para identificar cada macroinvertebrado en su respectiva familia se utilizó “Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados bentónicos”.

Los científicos a través del índice BMWP/BOL han clasificado a cada familia con un número que indica la sensibilidad a los contaminantes. Estos números van del 1 al 10. De acuerdo a esta sensibilidad se clasifican en cinco grupos. Luego se suman todas las puntuaciones de las familias identificadas en la muestra. La suma de las puntuaciones varía de 1 a 100, se agrupan en cinco rangos correspondientes al estado del cuerpo de agua. (Ver tablas en anexos)

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para presentar los resultados se exponen los valores obtenidos en tablas y esquemas. Cada uno de los subgrupos explica los resultados basándose en el material teórico manejado durante la investigación según los Protocolos GLOBE de hidrosfera, Decreto 253/79, Guía para macroinvertebrados e investigaciones previas de los cursos de agua canarios.

PRIMER MUESTREO Fecha: 17/07/2019 Hora: 9:00 Latitud 34°39'12'' Longitud 56°03'51''

Lugar: Cno. Berruti (puente peatonal) paralelo al puente sobre ruta 107 – (en la ciudad)

Temperatura: 12°C

Cobertura de nubes: Claro (no hay nubes visibles)

Se observan en el agua (al tomar una muestra) 2 macroinvertebrados. En la costa no hay aves ni animales domésticos. La vegetación es baja, principalmente arbustos, sin árboles nativos. Dentro del agua no hay vegetación.

OLOR No objetable

MATERIAL FLOTANTE Y ESPUMAS NO NATURALES Virtualmente ausentes

COLOR NO NATURAL no es cristalino, es marrón

### Temperatura unidad de medida grados Celsius (°C)

| Prueba   | Termómetro de alcohol<br>Temperatura °C | LabDisc Ceibal (sonda)<br>Temperatura °C |
|----------|---|--|
| 1        | 9,2                                     | 7,1                                      |
| 2        | 10                                      | 7,2                                      |
| 3        | 9,1                                     | 7,3                                      |
| Promedio | 9,4                                     | 7,2                                      |

### Conductividad eléctrica unidad de medida microSiemens por centímetro

Total de sólidos disueltos (TDS) unidad de medida partes de impurezas por mil partes de agua

| Prueba   | Conductancia (micro/cm) | TDS (ppm) |
|----------|-------------------------|-----------|
| 1        | 620                     | 420       |
| 2        | 620                     | 420       |
| 3        | 620                     | 420       |
| Promedio | 620                     | 420       |

### pH

| Prueba   | Papel pH (cinta) | pH-metro DINAMA | Lab Disc Ceibal |
|----------|------------------|-----------------|-----------------|
| 1        | 6                | 7,80            | 6,55            |
| 2        | 6                | 7,90            | 6,51            |
| 3        | 6                | 7,90            | 6,65            |
| Promedio | 6                | 7.87            | 6,57            |

**Nitratos unidad de medida miligramos por litro (mg/l) en N Kit de Nitratos HI (Hanna instruments) 3874 proporcionado por DINAMA**

| Prueba   | Nitrato (mg/l) en N |
|----------|---------------------|
| 1        | 10                  |
| 2        | 10                  |
| 3        | 10                  |
| Promedio | 10                  |

**Transparencia Tubo de transparencia proporcionado por DINAMA (unidad de medida metros (m))**

| Prueba   | Longitud del tubo (m) |
|----------|-----------------------|
| 1        | 0,19                  |
| 2        | 0,20                  |
| 3        | 0,18                  |
| Promedio | 0,19                  |

### **Macroinvertebrados**

Muestreo en arroyo Sauce punto medio Cno. Berruti (puente peatonal) paralelo al puente sobre ruta 107 09/10

| Filum, Clase u Orden | Familia, Género o Especie | Nombre común   | Cantidad  | Indice BMWP/BOL  |
|----------------------|---------------------------|----------------|-----------|------------------|
| Amphypoda            | Hyalellide                |                | <b>7</b>  | 4                |
| Hirudinea            | Glossiphoniidae           | Sanguijuela    | <b>1</b>  | 3                |
| Gastropoda           | Hydrobiidae               | Caracol        | <b>1</b>  | No contabilizado |
| Nemátodo             |                           | Gusano redondo | <b>1</b>  | 4                |
| <b>Totales</b>       |                           |                | <b>10</b> | <b>11</b>        |

En el punto medio del arroyo donde pasa la ciudad y donde se visualiza que llegan los efluentes de las casas de familia de Sauce el índice BMWP/BOL, la suma de los puntos de cada especie de macroinvertebrados encontrados es de 11 lo que hace referencia a que el estado del agua es muy crítico, menor a 16, indicando que las aguas están fuertemente contaminadas.

En la muestra obtenida en el punto medio se encontró un Gastropoda que al principio se contabilizó pero luego al observar se ve que no contiene el animal sino solamente la valva. Así se puede observar que hay restos de elementos de construcción entre ellos arena lo cual puede traer de otro lugar a esta especie de macroinvertebrado.

SEGUNDO MUESTREO Fecha: 14/08/2019 Hora 9:00 Latitud 34°64'5'' Longitud 56°5'0''

Lugar: Muestreo en arroyo Sauce – Cno. Paso del Horno (aguas abajo) pasando la ciudad

Temperatura: 11,8°C

Cobertura de nubes: Claro (no hay nubes visibles)

Se observan aves (gallinetas), pequeños peces en el agua y excrementos de ganado (bovino o equino) en la costa del arroyo. Los arbustos son pequeños, hay una “playita” cubierta por gramínea. En una parte más alta de la costa del arroyo hay árboles de monte nativo. Dentro del agua hay vegetación alta dejando poco margen de toma de muestras entre el puente y la zona de vegetación.

OLOR No objetable

MATERIAL FLOTANTE Y ESPUMAS NO NATURALES Virtualmente ausentes

COLOR NO NATURAL no es cristalino, es marrón

#### **Temperatura unidad de medida grados Celsius (°C)**

| Prueba   | Termómetro de alcohol<br>Temperatura °C | LabDisc Ceibal (sonda)<br>Temperatura °C |
|----------|---|--|
| 1        | 8                                       | 8.7                                      |
| 2        | 8                                       | 8,8                                      |
| 3        | 8                                       | 9,0                                      |
| Promedio | 8                                       | 8,8                                      |

#### **pH**

| Prueba   | Papel pH (cinta) | pHmetro DINAMA | LabDisc Ceibal |
|----------|------------------|----------------|----------------|
| 1        | 8                | 7,40           | 6,51           |
| 2        | 7                | 7,60           | 6,65           |
| 3        | 6                | 7,70           | 6,73           |
| Promedio | 7                | 7.57           | 6,63           |

#### **Nitratos unidad de medida miligramos por litro (mg/l) Kit de Nitratos HI (Hanna instruments) 3874 proporcionado por DINAMA**

| Prueba   | Nitrato (mg/l) en N |
|----------|---------------------|
| 1        | 10                  |
| 2        | 20                  |
| 3        | 10                  |
| Promedio | 13                  |

#### **Transparencia Tubo de transparencia proporcionado por DINAMA unidad de medida metros (m)**

| Prueba   | Longitud del tubo (m) |
|----------|-----------------------|
| 1        | 0,32                  |
| 2        | 0,35                  |
| 3        | 0,42                  |
| Promedio | 0,36                  |

TERCER MUESTREO Fecha: 09/10/2019 Hora 8:30 Latitud: 34°39'16" Longitud 56°4'13"

Lugar: Muestreo en arroyo Sauce – Parque Artigas (aguas arriba) antes de la ciudad

Temperatura: 11,8°C

Cobertura de nubes: Claro (no hay nubes visibles)

Se observan gran cobertura de dosel. Se escuchan aves y hay mosquitos. Los arbustos son pequeños, hay una elevación en la costa del lado donde se ubica el grupo la cual deja una depresión hacia el agua. Dentro del agua no se observa vegetación. Hay rocas dentro del agua y sobre la costa. También se observan salientes de las raíces de los árboles hacia el agua.

OLOR No objetable

MATERIAL FLOTANTE Y ESPUMAS NO NATURALES Virtualmente ausentes

COLOR NO NATURAL no es cristalino, es marrón

### Temperatura unidad de medida grados Celsius (°C)

| Prueba   | Termómetro de alcohol<br>Temperatura °C | LabDisc Ceibal (sonda)<br>Temperatura °C |
|----------|---|--|
| 1        | 15                                      | 13,7                                     |
| 2        | 15,8                                    | 13,7                                     |
| 3        | 15                                      | 13,7                                     |
| Promedio | 15                                      | 13,7                                     |

### pH

| Prueba   | Papel pH (cinta) | pHmetro DINAMA | LabDisc Ceibal |
|----------|------------------|----------------|----------------|
| 1        | 7                | 7,80           | 7,50           |
| 2        | 6                | 7,70           | 7,34           |
| 3        | 7                | 7,70           | 7,33           |
| Promedio | 6,6              | 7.70           | 7,40           |

### Nitratos unidad de medida miligramos por litro (mg/l) Kit de Nitratos HI (Hanna instruments) 3874 proporcionado por DINAMA

| Prueba   | Nitrato (mg/l) en N |
|----------|---------------------|
| 1        | 10                  |
| 2        | 10                  |
| 3        | 10                  |
| Promedio | 10                  |

### Transparencia Tubo de transparencia proporcionado por DINAMA unidad de medida metros (m)

| Prueba   | Longitud del tubo (m) |
|----------|-----------------------|
| 1        | 0,19                  |
| 2        | 0,21                  |
| 3        | 0,14                  |
| Promedio | 0,18                  |

## Macroinvertebrados

Muestreo en arroyo Sauce aguas arriba Parque Artigas 09/10

| Filum, Clase u Orden | Familia, Género o Especie | Nombre común | Cantidad  | Índice BMWP/BOL |
|----------------------|---------------------------|--------------|-----------|-----------------|
| Amphypoda            | Hyalellide                |              | <b>60</b> | 4               |
| Hirudinea            | Glossiphoniidae           | Sanguijuela  | <b>6</b>  | 3               |
| Hemíptera            | Vellidae                  |              | <b>1</b>  | 5               |
| <b>Totales</b>       |                           |              | <b>67</b> | <b>12</b>       |

En el análisis de macroinvertebrados aguas arriba, el índice BMWP/BOL, la suma de los puntos de cada especie de macroinvertebrados encontrados es de 12 (menor a 16) lo que hace referencia a que el estado del agua es muy crítico, esto significa que las aguas están fuertemente contaminadas ya que el resultado es menor a 16.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

**Cuadro general comparativo** (se elige uno de los instrumentos de medición y se expresan aquellas mediciones de las cuales se cuenta con estándares para comparar)

| Medida                                     | ZONA 1<br>Punto medio | ZONA 2<br>Aguas abajo | ZONA 3<br>Aguas arriba | Estándares de calidad del agua                      |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|---|
| <b>Olor</b>                                | No objetable          | No objetable          | No objetable           | No objetable Decreto 253/79                         |
| <b>Material flotante</b>                   | Visualmente ausente   | Visualmente ausente   | Visualmente ausente    | Visualmente ausente Decreto 253/79                  |
| <b>Color no natural</b>                    | marrón amarillento    | marrón                | marrón                 | Visualmente ausente Decreto 253/79                  |
| <b>Temperatura (sonda Lab Disc Ceibal)</b> | 7,2 °C                | 8,8 °C                | 13,7 °C                | Menor a 20 °C                                       |
| <b>pH (Lab Disc Ceibal)</b>                | 6,6                   | 6,6                   | 7,4                    | 6 – 9 Decreto 253/79                                |
| <b>Transparencia</b>                       | <b>19 cm</b>          | <b>36 cm</b>          | <b>18 cm</b>           | No comparable a NTU de estándar – Valoración DINAMA |
| <b>Macroinvertebrados</b>                  | <b>11</b>             | <b>---</b>            | <b>12</b>              | Menor a 16 Muy crítico Índice BMWP/BOL              |
|  |                       |                       |                        |   |

Se llevó a cabo el análisis y evaluación de cada uno de los datos obtenidos según la influencia de cada parámetro en la calidad del agua.

Los estándares de calidad de agua que se aplican para la evaluación son los establecidos para Clase 4, en el Decreto 253/79 y modificativos que reglamenta el Código de Aguas del Uruguay. (se detalla en el marco teórico de la Introducción del presente informe)

En cuanto a las medidas físicas y químicas investigadas se puede concluir que:

- olor no objetable, no hay olor percibido y el material flotante o espuma está visualmente ausente en los dos sitios estudiados.
- color no natural, se espera ver agua cristalina, lo que visualmente se asocia al agua no contaminada, en el sitio 1 se observa marrón amarillento cuando se recoge la muestra, en el curso de agua está marrón y en el sitio 2 se observa más amarronada cuando se recoge la muestra y en el curso de agua se observa marrón y el sitio 3 se observa marrón.
- no hay parámetros estándares asociados a la temperatura pero según bibliografía consultada, un incremento de la temperatura aumenta la solubilidad de las sales y disminuye la solubilidad de los gases como el oxígeno, por lo que se reduce la biodiversidad del ecosistema acuático. Por lo tanto se recomienda realizar un monitoreo de temperatura periódico para un mejor monitoreo. Los valores obtenidos son menores a 20°C. y los valores de agua contaminada son entre 25 y 30°C. (Belart,C Biología y Geología Editex)
- en cuanto a conductividad y nitratos no hay estándares para comparar pero si se observa mayor presencia de nitratos en el sitio 2, si se compara con un curso de agua Clase 3 (Ej. Río Negro).  
Valores de conductividad menores a 1500 micro Siemens por centímetro y de TDS menores a 1000 partes de impurezas por mil partes de agua indican una buena calidad de agua. (Belart,C Biología y Geología Editex). No se realiza medida de conductividad para punto 2 y 3 de muestreo por dificultad de calibración del conductímetro.
- el pH (potencial de hidrógeno) está dentro de los valores estándar pero se observa que dio por debajo del valor neutro (7) por lo tanto se concluye que es un valor ligeramente ácido.
- En cuanto a la transparencia, se concluye que es muy poca la medición en cm obtenida, ya que a 19 cm no se puede visualizar el disco de Secchi en el sitio de muestreo 1 (punto medio), en el sitio 2 a 39 (aguas abajo) y en el sitio 3 (aguas arriba) a 18 cm promedio. Las partículas suspendidas ayudan a la adhesión de metales pesados y otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas. No se conoce la composición en partículas suspendidas. Según bibliografía consultada, hay autores que expresan que la transparencia del agua es un buen indicador de la calidad del agua (Lenntech).  
La transparencia del agua disminuye al aumentar el contenido de algas (eutrofización), los vertidos químicos (fertilizantes, detergentes, productos de limpieza) y los sólidos en suspensión.  
En DINAMA no se utiliza tubo de transparencia, únicamente se usa para el programa GLOBE, porque es así que ellos lo miden, y no se puede comparar una medida de turbidímetro con una de tubo de transparencia, sólo se puede hacer el equivalente en la unidad de medida. (Ventoso, DINAMA). En una primera instancia se dejará sin estándar asociado esta medida.
- Con respecto a los macroinvertebrados encontrados se concluye que según el índice utilizado BMWP/BOL el estado del agua es “Muy crítico” menor a 16.
- Según el análisis de nutrientes realizado por el alumno Giovanni Sburlati junto a su profesor Daniel Conde de Facultad de Ciencias los valores encontrados en las tres muestras correspondientes a los tres puntos de muestreo, M1 aguas arriba zona 3, M2 punto medio zona 1 y M3 aguas abajo zona 2, indican valores muy altos de PT y NT,

fósforo y nitrógeno total respectivamente. Hay que tener en cuenta la forma en que se tomaron las muestras y las lluvias de la época de muestreo para poder conclusiones.

Puede ser causa del resultado, que antes de la M1 zona 3 de muestreo aguas arriba, Parque Artigas de Sauce, está ubicado el viñedo de los Vinos de La Carolina.

|    | PT ug/L   | NT ug/L  |
|----|-----------|----------|
| M1 | 1,227.988 | 2509.242 |
| M2 | 756.29    | 3756.744 |
| M3 | 257.871   | 1069.374 |

Tabla de resultados obtenidos

## RECOMENDACIONES

- .Elaborar un plan de mejoramiento del arroyo con el fin de hacer del arroyo Sauce y su biodiversidad asociada un recurso sustentable.
- Realizar las muestras en todas las estaciones del año para comparar los cambios
- Realizar la investigación en todo el curso del arroyo para poder determinar en qué tramo se comienza a contaminar el agua.

## AGRADECIMIENTOS

Profesores y adscripta Liceo Sauce 1, apoyando en las salidas de campo, Andrea Ventoso (Programa GLOBE – DINAMA), en el asesoramiento y préstamos de instrumentos de medición, Mtro. Darío Greni (Escuela de Las Violetas), en el asesoramiento presentando su experiencia GLOBE y proporcionando protocolos de macroinvertebrados, Giovanni Sburlati y Prof. Daniel Conde (Facultad de Ciencias), en el análisis de nutrientes en el agua y sus muestras de apoyo en futuras investigaciones.



## BIBLIOGRAFÍA

- . Belart, C. (2007). *Biología y geología*. Madrid, España. Editex.
- . Aubriot, L., Conde, D., Chalar, G., Gorga, J., “Nutrientes” (2016) de *Principios y métodos de limnología*, editor Rafael Arocena, DIRAC. Facultad de Ciencias

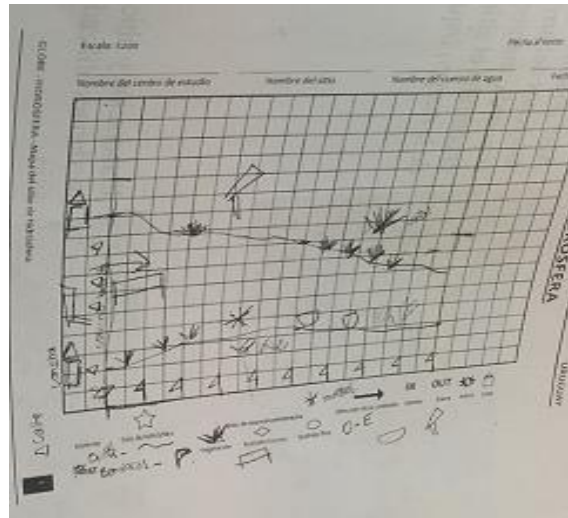
## WEBGRAFÍA

- .Decreto 253/79 Código de Aguas de Uruguay  
[https://www.dinama.gub.uy/rlau/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=32-decreto-25379&category\\_slug=nacional&Itemid=124](https://www.dinama.gub.uy/rlau/index.php?option=com_docman&view=download&alias=32-decreto-25379&category_slug=nacional&Itemid=124)
- . Evaluación ecológica de cursos de agua y biomonitoreo. Informe final 2008. MVOTMA, DINAMA, UDELAR, FCIEN (Sección limnología) junio 2019 en  
<http://limno.fcien.edu.uy/pejecutados/1-%20Convenio%20DINAMA%20Resum%20Intro%20Area%20estudio.pdf>
- . Goyenola, G; Acevedo, S.; Machado, I.; Mazzeo, N. (2011) *Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones*. Volumen I. Ríos y Arroyos
- . ONU Objetivos de desarrollo sostenible.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- . Ortuño, C. Viceministerio de recursos hídricos y riego de Bolivia. Guía para la evaluación de ksetiembre 2019 en <https://datos.siarh.gob.bo/biblioteca/81>
- . Programa GLOBE. (2018) *Protocolos de Hidrosfera*. MVOTMA. DINAMA.
- . MVOTMA, DINAMA, UDELAR, FCIEN (Sección limnología) (2008) *Evaluación ecológica de cursos de agua y biomonitoreo* mayo 2019 en <http://limno.fcien.edu.uy/pejecutados/1-%20Convenio%20DINAMA%20Resum%20Intro%20Area%20estudio.pdf>
- . Turbidez Julio 2019 <https://www.lenntech.es/turbidez.htm>
- . Turbidez,  
<https://web.archive.org/web/20130611082209/http://www.uwgb.edu/watershed/data/monitoring/turbidity.htm>



## ANEXO DE FOTOGRAFÍAS

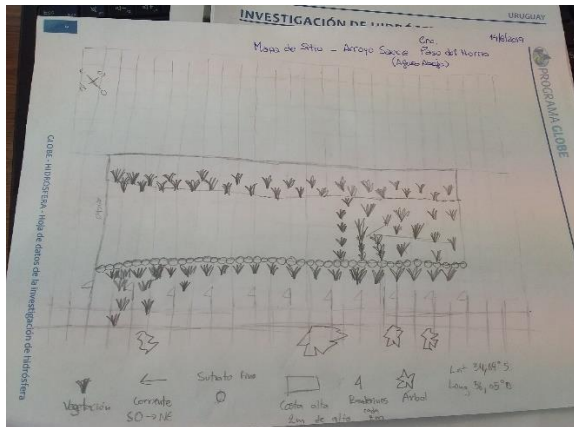
**Zona de muestreo 1** Lugar: Cno. Berruti (puente peatonal) paralelo al puente sobre ruta 107 – (en la ciudad) Latitud 34° 39'12'' S Longitud 56° 3'54'' O



**Mapa de sitio**

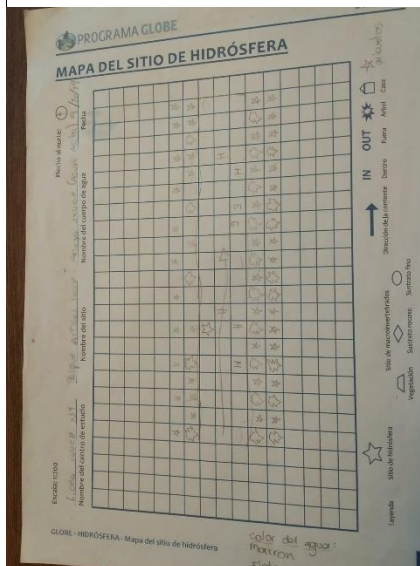
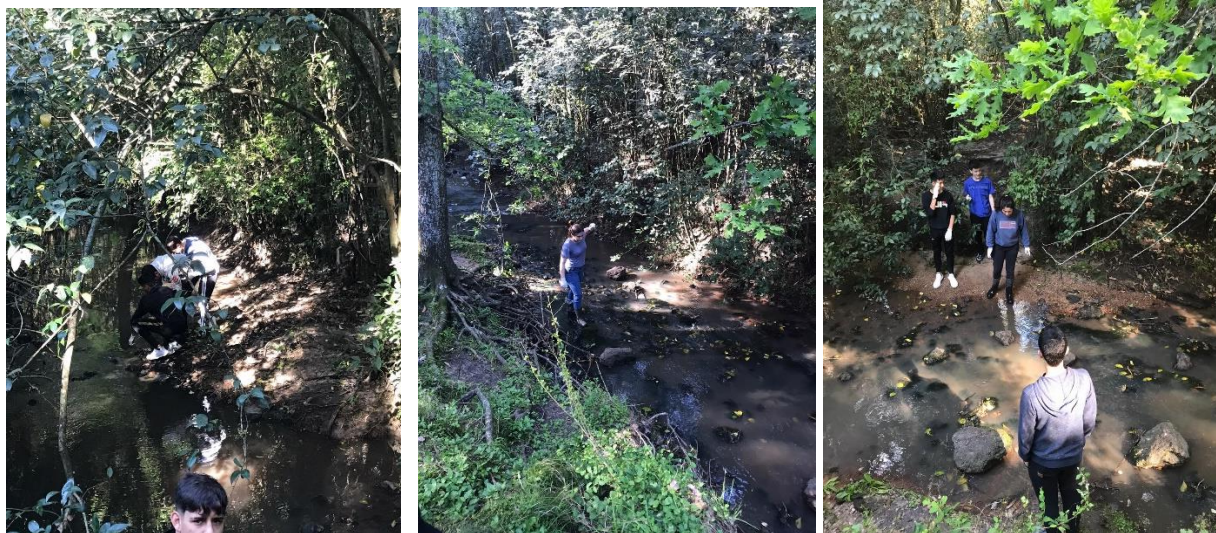


**Zona de muestreo 2** Cno. Paso del Horno (aguas abajo) pasando la ciudad  
Latitud 34°64'5'' S Longitud 56°5'0'' O



**Mapa de sitio**

**Zona de muestreo 3** Lugar: Parque Artigas de Sauce (aguas arriba)  
Latitud 34°39'16" S Longitud 56°4'13" O



**Mapa de sitio**



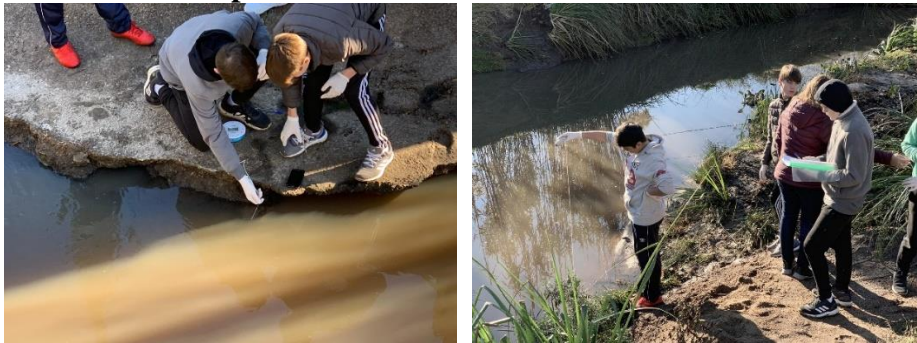
## PROCEDIMIENTO REALIZADO

Fotografías que reúnen las tres salidas de campo  
Procedimientos, materiales e instrumentos utilizados

### Toma de muestra de agua



### Medición de temperatura



Sonda sensor Lab Disc Ceibal

Termómetro de alcohol

### Medición de pH



Sensor pH Lab Disc Ceibal



pH metro cedido por DINAMA programa GLOBE



Papel pH

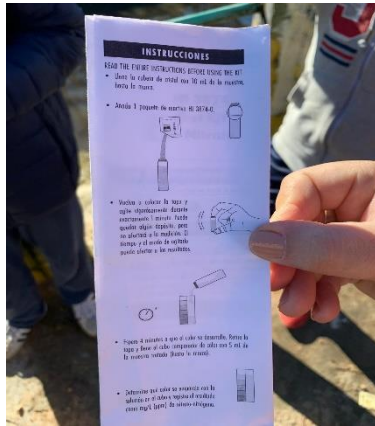
### Medición de Transparencia



Tubo de transparencia cedido por DINAMA programa GLOBE



## Medición de nitratos



Kit de Nitratos cedido por DINAMA programa GLOBE

## Macroinvertebrados bentónicos



Red surber cedida por DINAMA programa GLOBE



Toma de muestras y análisis in situ para detectar los macroinvertebrados



Envasado para posterior análisis en el laboratorio



En el laboratorio con pinza se toman las muestras de macroinvertebrados que se conservaron en 30% agua y 70% alcohol.



Se coloca los ejemplares en caja de Petri y se cuentan



Se observa con la lupa binocular para poder clasificar





Macroinvertebrados encontrados en las zonas de muestreo

