



32ª FERIA NACIONAL DE CLUBES DE CIENCIAS

Categoría: CARDENAL

Área: CIENTÍFICA

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN ZONAS CERCANAS A LA CIUDAD
DE CANELONES POR MEDIO DE BIOINDICADORES

Club de Ciencia: MACROCIENTIS

Integrantes: Alumnos de 5° y 6° año

Orientador: Darío Greni Olivieri
dariovgreni@gmail.com

Escuela Rural N° 88, “Alfred Nobel”

Las Violetas, Canelones - 2018

TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen	p. 3
2.	Pregunta de investigación, hipótesis y objetivos.....	p. 3
3.	Introducción.....	p. 4
4.	Metodología de investigación y materiales.....	p. 6
	4.1 Área de estudio.....	p. 6
5.	Resultados	p. 9
	5.1 Análisis de datos	p. 9
	5.2 Descripción de las zonas de muestreo	p. 10
	5.3 Calidad fisicoquímica del agua	p. 11
	5.4 Análisis de los resultados	p. 12
6.	Discusión	p. 13
7.	Conclusiones	p. 14
	Bibliografía	p. 15

TÍTULO

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN ZONAS CERCANAS A LA CIUDAD DE CANELONES A TRAVÉS DE BIOINDICADORES

1. RESUMEN

Se evaluó la situación del Arroyo Canelón Chico en tres zonas diferentes: antes (al Sur, Cascadita de los Monjes), próximo (Parque Artigas) y después (al Oeste) de la ciudad de Canelones, con el objetivo de verificar si las actividades humanas de los habitantes de esta ciudad afectan la calidad del agua dulce de la corriente de dicho arroyo, o no. Esta primera evaluación se hizo usando macroinvertebrados ya que estos seres son bioindicadores de la calidad del agua de acuerdo a su índice biótico. Este índice se obtiene de la suma de las puntuaciones asignadas a las familias que se han identificado en las muestras. Los hallazgos fueron complementados con mediciones fisicoquímicas del agua (pH, transparencia y temperatura) utilizando los protocolos GLOBE. En los tres puntos de muestreo se realizaron tres repeticiones. Al término del monitoreo y tras el establecimiento de correlaciones entre las variables evaluadas, los índices bióticos arrojan que la calidad del agua es muy crítica en el tercero de los sitios de muestreo (al Oeste de la ciudad de Canelones). Los resultados de esta investigación servirán para concientizar a los habitantes de la zona de influencia del arroyo comunicando la investigación y las conclusiones a través de diferentes medios.

Palabras Clave: Macroinvertebrados, calidad del agua, sensibilidad de bioindicadores, Arroyo Pacífico, índice biótico.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Pregunta Investigable

Debido a las actividades humanas de los habitantes de la ciudad de Canelones, ¿es la calidad del agua dulce de la corriente de estudio afectada de diferente forma a lo largo de un sector espacial según su cercanía a la población?

Hipótesis

Hipótesis planteada. En los lugares con menor actividad humana, lejos de la ciudad de Canelones, la cantidad de macroinvertebrados es mayor que la zona próxima al arroyo.

Objetivos

✓ Analizar el estado de la calidad del agua del arroyo Canelón Chico en tres puntos diferentes, a través del estudio de los macroinvertebrados como bioindicadores, durante la época de invierno en el mes de junio.

✓ Informar a la población y a las autoridades correspondientes para que ellos intervengan sobre los resultados obtenidos, manteniendo o mejorando la calidad del agua.

3. INTRODUCCIÓN

“La Cuenca del Río Santa Lucía es de importancia estratégica para la sociedad uruguaya ya que es la principal fuente de abastecimiento hídrico, provee de agua potable al 60% de la población de todo el país.

Contar con un sistema de gestión adecuado en la cuenca es fundamental para disponer de agua en cantidad y calidad suficiente para cubrir todos los usos necesarios y evitar conflictos ambientales. Por ello, deben converger sistemas de uso y compromiso por parte de los usuarios en todas las sub cuencas, de norte a sur, para así evitar el deterioro o contaminación del agua, que es un bien social estratégico. El territorio de la cuenca se extiende entre seis departamentos; por ello, es que se debería acordar políticas ambientales que coordinen acciones para avanzar en el camino de la sustentabilidad.” (Achkar, 2012, p. 1)

De acuerdo a la Medida 8 aplicada por la DINAMA (Res. Min No. 229/015) se establece que aquellos propietarios de territorios aledaños a la cuenca de tan importante río deberán cumplir con un plan de acción para su protección.

“Debido al aporte de materia orgánica, la vegetación ribereña juega un papel importante en la estructura y complejidad de los ríos (Boothroyd et al., 2004). La vegetación riverieña se encuentra más conectada a la vida que sucede dentro del río que fuera de él, cumpliendo un rol fundamental en la cadena trófica de estos ambientes y en la determinación de la composición de las comunidades que lo habitan, como son los macroinvertebrados (Vannote et al., 1980; Corbacho et al, 2003). Los cambios en el uso del suelo se reflejan en los recursos hídricos, que sufren degradación de su calidad a través de la contaminación. A su vez, en la misma existe una gran cantidad de ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen en forma directa de la calidad del agua.” (Morelli, 2014, p. 1160)

En estos cursos de agua convive una gran cantidad de seres vivos, como renacuajos, larvas, peces de pequeño y mediano porte como el bagre, la mojarrita y la tararira, diversidad de caracoles, mosquitos, moscas y aves como el aguatero, la pavita de monte y horneros.

“La presencia, condición y cantidad de cierto grupo de organismos como los peces, insectos, algas, plantas, u otros de vida acuática puede proporcionar información precisa sobre la salud de un cuerpo de agua (ríos, arroyos, lagos, humedales, estuarios). Es decir, son las características biológicas que se utilizan para comprender los factores de su ambiente.” (Pugaca, 2012).

“Centrándose en los seres que posibilitan esta investigación, se puede establecer que los macroinvertebrados bentónicos son aquellos organismos que habitan en el fondo de los ríos o lechos fluviales, que se pueden ver a simple vista. Su gran diversidad, tipo de alimentación y sus diferentes ciclos de vida hacen de ellos buenos indicadores de la calidad ecológica de los ríos, ya que ofrece un amplio espectro de respuestas a las diferentes perturbaciones ambientales.

Estos individuos son utilizados como indicadores biológicos por las siguientes características:

- ✓ Son de amplia distribución, abundantes y de fácil recolección por su tamaño que los hace visibles a simple vista.
- ✓ Al encontrarse en todos los sistemas acuáticos, favorecen los estudios comparativos. La taxonomía de varios grupos es conocida y su identificación es relativamente menos compleja comparada con grupos inferiores como algas, bacterias u hongos.
- ✓ La naturaleza sedentaria de muchas de las especies facilita la evaluación espacial de los efectos adversos a largo plazo en la comunidad.
- ✓ La técnica de muestreo es relativamente sencilla y con equipos poco costosos.
- ✓ Tras una perturbación, requieren un tiempo mínimo para su recuperación.

Los grupos más sensibles a las alteraciones del ecosistema son las larvas acuáticas de los insectos de los órdenes Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera y las larvas y los adultos del orden Coleoptera. Estos individuos son altamente sensibles a la degradación de los ecosistemas acuáticos.

En cambio, las especies Hyalellidae y Amphipodas son resistentes a los cambios en el ecosistema en el que habitan.

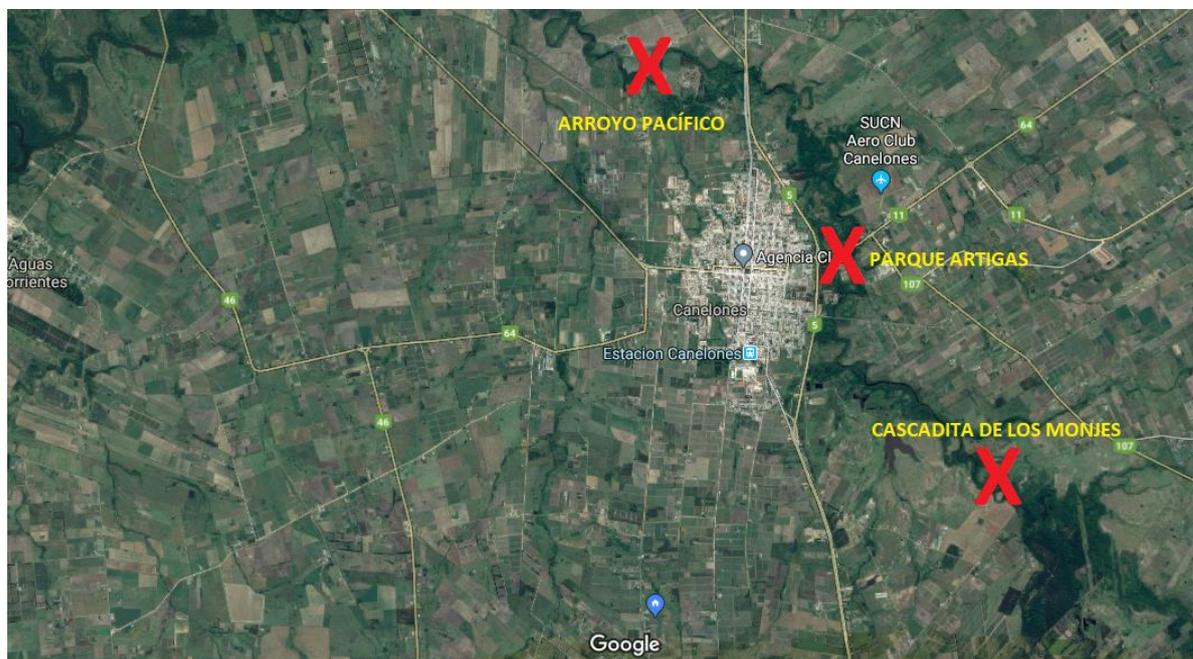
Los macroinvertebrados ayudan a saber cuál es la calidad del agua del arroyo Canelón Chico. Ellos son una herramienta con la cual se va a reflexionar y a establecer cuál podría ser el estado de esa corriente de agua.” (MMAYA, 2012, p. 17)

Con el fin de verificar el efecto de las actividades humanas sobre el río, y para plantear a largo plazo una propuesta de monitoreo participativo en la zona, se propuso desarrollar esta investigación que busca identificar las familias más sensibles a ciertas condiciones del agua.

En el mes de abril se realizaron los muestreos en las zonas de estudio. Durante dicho período se pudo hacer todo lo que se propuso: los protocolos GLOBE de macroinvertebrados, temperatura, pH y transparencia del agua.

4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y MATERIALES

4.1 Área de estudio



*Se presenta la ubicación de los 3 sitios de acuerdo a cercanía a la ciudad de Canelones.

Los habitantes aledaños poseen campos de pastoreo y cría de ganado, pequeñas huertas y, en los últimos años, ha prosperado el número de campos con cultivos de soja.

Los 3 sitios de muestreo corresponden todos ellos a la corriente de agua Canelón Chico, un arroyo importante para los habitantes de la zona sur del país ya que es afluente del principal río del cual se extrae el agua a ser potabilizada y consumida por los habitantes. Por ello, se decidió estimar la calidad de dicha agua y observar las características de los 3 sitios de norte a sur. Los mismos se encuentran en un radio aproximado de 4 km de la ciudad de Canelones. Uno de ellos (Cascadita de los Monjes), se ubica en Villa Guadalupe, antes de la ciudad. El segundo (Arroyo Pacífico), se encuentra en la zona de Margat y el tercero (Parque Artigas) está en el límite este de la capital departamental, a tan sólo 500 metros de la misma.

Lo primero que se realizó en cada uno de los sitios elegidos fue delimitar el área y seleccionar una transecta de 50 metros (en aquellos sitios que fue posible) acorde a los lineamientos de los protocolos GLOBE para poder realizar allí los estudios y muestreos correspondientes.

Se hizo una caracterización de las zonas de estudio en base a los siguientes criterios que pueden tener influencia sobre la calidad del agua.

Tabla 1

Elementos usados para la caracterización del hábitat de las zonas de muestreo fueron graficados para facilitar la comparación de los sitios.

ELEMENTOS A OBSERVAR	UNIDAD DE MEDIDA
Ganado	Presencia/ausencia
Aves	Presencia/ausencia
Agua con olor	Presencia/ausencia
Cultivos aledaños	Presencia/ausencia
Algas	Presencia/ausencia
Turbulencia	Presencia/ausencia
Monte ribereño	Presencia/ausencia
Fondo	Tipo
Ancho del cauce	En metros

Fuente: Elaboración propia

El criterio utilizado para la elaboración de esta tabla fue la observación directa, registrando presencia o ausencia de dichos elementos.

Para el único monitoreo de la calidad del agua realizado hasta el momento se utilizaron los protocolos GLOBE de:

- 1- pH
- 2- Temperatura
- 3- Transparencia

- 1- El pH indica el contenido ácido en el agua. La escala de pH (mide desde 0,0 a 14,0) es una escala logarítmica de la concentración del ión hidrógeno (H⁺). Soluciones con un pH mayor que 7,0 son clasificadas como básicas y aquellas que tienen pH menor de 7,0 son ácidas. Un pH de 7,0 es neutro. Por cada unidad de pH la concentración de iones de hidrógeno es diez veces mayor que en la

siguiente. Por esta razón un pequeño cambio en el pH podría tener efectos significativos en la calidad del agua. La mayoría de los lagos y arroyos tienen valores de pH comprendidos entre 6,5 y 8,5. (GLOBE, 2005, p. 2)

Las mediciones de pH fueron realizadas con un pHmetro digital marca Cole Parmer, el cual fue calibrado antes de realizar el trabajo de campo, con las soluciones de calibración para pH 4 y 7. Dicha medición se repitió 3 veces en cada uno de los sitios de muestreo.

- 2- La temperatura es una medida sencilla de hacer. No obstante, es muy importante porque permite a los científicos entender mejor otras medidas de hidrología tales como pH, que es el caso que nos atañe. La temperatura influye en la cantidad y diversidad de vida acuática. (GLOBE, 2005, p. 2)

Dicha medición fue realizada con termómetro de alcohol, calibrado días antes del trabajo de campo. Esta medición se reiteró 3 veces en cada uno de los sitios de muestreo.

- 3- La tercera medición que se realizó fue transparencia del agua. Las partículas en suspensión en el agua son similares al polvo en la atmósfera, ya que reducen la profundidad a la cual la luz puede penetrar. La luz del Sol aporta la energía para la fotosíntesis. La profundidad a la que penetra la luz del sol en el cuerpo de agua determinará la profundidad a la cual las plantas acuáticas pueden crecer.

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 de las partículas es importante también.

El destino de la luz cuando entra en un cuerpo de agua depende de la cantidad, composición y tamaño de los materiales disueltos y en suspensión. (GLOBE, 2005, p. 2)

Esta medición se realizó con un tubo de transparencia de 120 cm, creando sombra en el mismo, repitiendo esta medición 3 veces en cada uno de los sitios de muestreo. El agua fue extraída de la corriente utilizando una jarra que se reserva sólo para ese fin.

Estos protocolos fueron realizados por los estudiantes en forma conjunta con el de macroinvertebrados ya que enriquecen la discusión acerca de las posibles causas de la existencia o no de estos seres en la corriente de estudio. Luego se registraron los datos en la hoja de ingresos de datos entregada por GLOBE para ser subidos a la web.

Más allá de la realización de protocolos para saber el pH, la temperatura y la transparencia del agua, la investigación se centró en la recolección, clasificación y conteo de los macroinvertebrados que se obtuvieron en los tres sitios de muestreo. Se empleó la técnica de muestreo para fondos lodosos. (GLOBE, p. 15) Este trabajo fue llevado a cabo a la hora del mediodía solar de nuestra zona.

En cada sitio se realizaron 3 repeticiones, colocando los individuos encontrados en bollones con agua de la corriente de estudio. Estos bollones fueron etiquetados y llevados al salón de clase donde se observaron los especímenes con lupa, se clasificaron y se contaron.

Para la identificación de las especies se utilizó la Clave de Identificación Miniguía zooplancton y macroinvertebrados de agua dulce de Uruguay (s.d.). El biólogo Emanuel Machín, quien acompañó toda la investigación, proporcionó esta guía y orientó en el uso de la misma para realizar la identificación

Se eligieron a los macroinvertebrados, ya que estos seres vivos son BIOINDICADORES de la calidad del agua de acuerdo con su índice biótico. Este nivel va en una escala de 1 a 10, correspondiéndole 1 a los seres más resistentes y 10 a los más sensibles. Los hallazgos fueron verificados con mediciones fisicoquímicas del agua (pH, transparencia y temperatura) utilizando los protocolos GLOBE.

Para determinar los niveles de sensibilidad de cada familia de macroinvertebrados se empleó la guía MMAYA (2016).

Cronograma general de actividades

- Abril
 - Muestras en las 3 zonas de estudio
 - Clasificación de seres encontrados
- Mayo
 - Comienzo del estudio de los seres encontrados
 - Confección de fichas de cada uno de ellos
- Junio
 - Primer acercamiento al informe de investigación
- Julio
 - Creación de la primera versión del informe
- Agosto
 - Participación en el Congreso de Clubes de Ciencias
 - Finalización del presente informe
 - Proyecciones para la realización de la segunda etapa de muestreo
- Septiembre
 - Preparación de la participación en la Feria Departamental de Clubes de Ciencia
 - Participación en la Feria Departamental
 - Comentarios a partir de las devoluciones recibidas de parte de los evaluadores

5. RESULTADOS

5.1 Análisis de los datos

Cada uno de esos datos fue subido a la base de datos de la página de GLOBE, enriqueciendo el registro de las actividades similares realizadas el año anterior. Además se proyecta realizar el mismo muestreo el próximo año y así comparar si hubieron mejoras en la calidad del agua o no.

Taxon	Taxonomic Rank	Taxon	Common Name	Total Count	Did you sub-sample?
Amphipoda	Order	Amphipoda	Antipoda	2	Yes <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>
Calopterygidae	Family	Calopterygidae	Larva de alguacil	1	Yes <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>
Physidae	Family	Physidae	Caracol de punta	1	Yes <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>
Glossiphoniidae	Family	Glossiphoniidae	Sangujueta	10	Yes <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>
Unionoida	Order	Unionoida	Almeja	45	Yes <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>
Planorbidae	Family	Planorbidae	Caracol de espiral	1	Yes <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>

Figura 1: Registro de datos en la página Web de GLOBE

Una vez que los especímenes estuvieron clasificados y contados, se procedió a registrar en tablas los datos, y se elaboraron gráficos para plasmar de forma más ilustrativa los resultados obtenidos.

5.2 Descripción de las zonas de muestreo

Las observaciones del medio físico fueron muy diferentes:

- **ARROYO PACÍFICO:**
 - El sitio poseía mucho barro, era resbaloso y mucha vegetación en ambas márgenes.
 - Ese lodo era grasoso, espeso y negro con olor a saneamiento.
 - Observamos residuos, pero en menor cantidad que en el sitio anterior.
 - Sobre la superficie del agua observamos una película aceitosa.
 - Es una zona empleada para la cría de ganado.
- **PARQUE ARTIGAS:**
 - sitio con mucha vegetación: en las orillas encontramos gramíneas.
 - Gran acumulación de desechos hogareños: bolsas plásticas, botellas de plástico y vidrio, papeles, telas.
 - Sobre la superficie del agua observamos una película aceitosa.
 - Es una zona que no tiene incidencia de actividades agrícolas.
- **CASCADITA DE LOS MONJES:**
 - De los tres sitios es el que posee más vegetación y menos intervención humana.
 - Se observó gran presencia de gramíneas en ambas márgenes.
 - Es un campo empleado solamente para la cría del ganado.
 - El agua no poseía olor.
 - Había presencia de aves.
 - No vimos residuos en nuestra zona de muestreo.

Tabla 1

Elementos usados para la caracterización del hábitat de las zonas de muestreo.

ELEMENTOS A OBSERVAR	ARTIGAS	PACÍFICO	CASCADITA
Presencia de ganado	NO	XX	XXX
Presencia de aves	XX	XX	XXX
Agua con olor	XX	XXX	NO
Cultivos aledaños	NO	XX	NO
Algas	NO	SI	NO
Turbulencia	NO	NO	NO
Monte ribereño	NO	XXX	XXX
Fondo	LODOSOS	LODOSOS	LODOSOS
Ancho del cauce	4 METROS	8 METROS	4 METROS

Fuente: Elaboración propia

*Aclaración: Las letras X representan el grado de aparición de lo observado, donde una X corresponde a “escaso” y tres X corresponde a “en demasía”

5.3 Calidad fisicoquímica del agua

Tabla 2

PARQUE ARTIGAS	ARROYO PACÍFICO	CASCADITA
Transparencia		
Medida 1: 91 cm	Medida 1: 48 cm	Medida 1: 87 cm
Medida 2: 90 cm	Medida 2: 51 cm	Medida 2: 85.8 cm
Medida 3: 91 cm	Medida 3: 46 cm	Medida 3: 82 cm
pH		
Medida 1: 9.7	Medida 1: 8.4	Medida 1: 8.7
Medida 2: 9.7	Medida 2: 8.2	Medida 2: 8.5
Medida 3: 9.5	Medida 3: 8.2	Medida 3: 8.3
Temperatura		
Medida 1: 25 °C	Medida 1: 22 °C	Medida 1: 17 °C
Medida 2: 24 °C	Medida 2: 22.5 °C	Medida 2: 19 °C
Medida 3: 25 °C	Medida 3: 22 °C	Medida 3: 18 °C

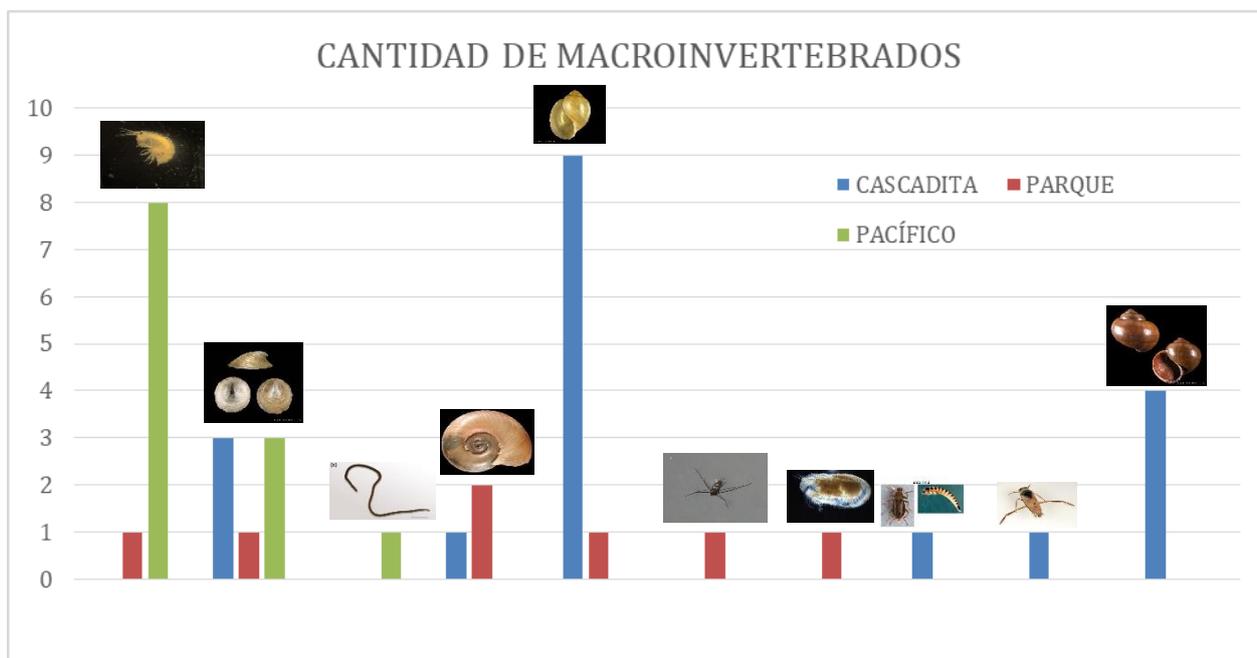
5.4 Análisis de los resultados

Tabla 3

Número de individuos por familia de macroinvertebrados encontrados en las zonas de muestreo

FAMILIAS	CASCADITA DE LOS MONJES	PARQUE ARTIGAS	ARROYO PACÍFICO	ÍNDICE BMWP
HYALELLIDAE (31)		1	8	4
ANCYLIDAE (50)	3	1	3	6
OLIGOCHAETA (66)			1	1
PLANORBIIDAE (51)	1	2		4
PHYSIDAE (51)	9	1		4
GERRIDAE (54)		1		5
OSTRACODA (67)		1		4
ELMIDAE (34)	1			4
NOTONECTIDAE (55)	1			6
AMPULLARIIDAE (50)	4			5
ABUNDANCIA	19	7	12	
NÚMERO DE FAMILIAS	6	6	3	

Gráfico 1



Se establecieron relaciones entre los valores fisicoquímicos de las zonas estudiadas con los macroinvertebrados encontrados, según los índices de sensibilidad

En base a estos datos, podemos afirmar:

“LO QUE ES”

CASCADITA LOS MONJES

Se encontraron 19 seres en total.
Encontramos 6 familias.

La familia con mayor número de seres fue PHYSIDAE con un total de 9.
La segunda familia con más seres recolectados fue AMPULLARIDAE (4).
Las familias con un solo ser fueron ELMIDAE PLANORBIDAE NOTONECTIDAE.
El mayor índice biótico es 6 (2 familias) y el menor es 4 (3 familias).
El total correspondiente al índice biótico es de 29.
Según el índice biótico BMWP, la calidad del agua es CRÍTICA.

PARQUE ARTIGAS

Se encontraron 7 seres en total.
Encontramos 6 familias.
La familia con mayor número de seres fue PLANORBIDAE con un total de 2.
El resto de las familias solo tienen en solo ser.
El mayor índice biótico es 6 (1 familia) y el menor es 4 (4 familias).
El total correspondiente al índice biótico es de 27.
Según el índice biótico BMWP, la calidad del agua es CRÍTICA

ARROYO PACÍFICO

Se encontraron 12 seres en total.
Encontramos 3 familias.
La familia con mayor número de seres fue HYALELLIDAE con un total de 2.
Hay 3 seres de la familia ANCYLIDAE y un ser de la familia OLIGOCHAETA
El mayor índice biótico es 6 (1 familia) y el menor es 1 (1 familia).
El total correspondiente al índice biótico es de 11.

6. DISCUSIÓN

Los 3 sitios de muestreo presentan diferencias entre sí ya que la Cascadita de los Monjes es el que posee menor intervención humana debido a que solo está rodeado de campos de cría de ganado, en cambio el sitio Parque Artigas es el más modificado por encontrarse en las afueras de la ciudad de Canelones. Por último, el sitio Arroyo Pacífico presenta modificaciones a nivel de cultivos ya que una de sus márgenes posee plantaciones de soja transgénica, con todo lo que ello conlleva: uso de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes. (Difilippo, s.d.)

Pero, este último es el que posee el mejor nivel de calidad del agua de acuerdo a los tipos y cantidades de macroinvertebrados encontrados. Además, allí se observó la mayor cantidad de individuos y variedades.

Luego de haber concurrido a la Facultad de Ciencias, se entendió que para que una corriente de agua tenga seres vivos en la misma, el nivel de pH debe estar comprendido entre 4,5 y 9,5. Un agua de buena calidad debe poseer un pH comprendido entre 6 y 9. Se debe tener en cuenta que éste varía si en los sitios de muestreo hay vegetación. Por ende, se estableció que las muestras fueran extraídas de sitios similares (tipo de fondo lodoso, aguas tranquilas, márgenes lodosas, muestreo en las márgenes, orillas con vegetación).

Luego de este primer estudio, se podría establecer que la calidad del agua en el arroyo Canelón Chico tiene un grado intermedio en cuanto al nivel de sensibilidad de macroinvertebrados, dado que la mayor cantidad obtenida pertenece a grupos que poseen un grado de sensibilidad intermedio (4, 5 y 6).

Según este primer relevamiento podemos concluir que la calidad de este curso de agua tan importante para los habitantes de la zona podría presentar un nivel de alteración levemente diferente entre los tres puntos.

En todo este proceso, fueron los alumnos quienes realizaron todo el trabajo de muestreo, análisis y subida de datos. Se mejoró el relacionamiento entre ellos gracias al trabajo en equipo llevado adelante. Se comprendió la importancia de contar con una corriente de agua lo más apta posible para su consumo y uso, así como también el hecho de concientizar a la población acerca de esta temática.

7. CONCLUSIONES

- ✓ El ARROYO PACÍFICO, aquel que recibe la influencia de las actividades urbanas y productivas de la zona por estar después de la ciudad, es el sitio con menor cantidad, variedad y nivel de sensibilidad de las familias de macroinvertebrados.
- ✓ Tal vez, en este sitio se extrajeron menos familias de macroinvertebrados ya que es más factible que exista un número mayor de depredadores debido al tamaño del cauce del mismo.
- ✓ Debido a que se observó en el ARROYO PACÍFICO un tipo de hidrocarburo en la superficie del agua (del cual no se pudo determinar su naturaleza), al no llegar éste al fondo, podría incidir poco o favorecer el crecimiento de algunas especies.
- ✓ En la CASCADITA DE LOS MONJES se encontraron familias con mayor índice biótico debido a que allí puede existir más alimento para las mismas.
- ✓ Otro factor que pudo haber influido es la temperatura del agua, ya que, en el sitio antes mencionado, se registró un valor promedio menor al resto de los lugares de muestreo.
- ✓ En alguno de los sitios existan actividades productivas que favorecen el desarrollo de algunas especies en particular, en vez de la diversidad.
- ✓ Se debe tener en cuenta que los macroinvertebrados persiguen y buscan las mejores condiciones ambientales para vivir, las cuales para nosotros pueden ser imperceptibles.

- ✓ Siendo que la almeja (Ancylidae) es la especie que está presente en los tres sitios de muestreo, esta especie podría estar alimentándose y favoreciéndose con alguna característica del ambiente.
- ✓ La hipótesis se cumplió ya que la zona que se encuentra en la tercera sección de estudio y la cual recibe el agua de las otras dos, es la que posee menor índice biótico.

Por tanto, podría ser necesario profundizar en la investigación estudiando macroinvertebrados en un mismo sitio de estudio a distintas profundidades y distancias de las márgenes e investigar sobre la relación de las almejas con el medio, los nutrientes, competidores y condiciones que favorecen o afectan su crecimiento. Para mejorar la investigación, se tomaron muestras de agua las cuales están siendo analizadas en el laboratorio ECOTECH, y enriquecerán nuestros resultados.

(En base al estudio realizado y luego del análisis de los resultados, no se puede arriesgar si existe contaminación en el curso de agua estudiado ya que sería necesario investigar otros parámetros en el agua del Canelón Chico que complementen esta investigación)

BIBLIOGRAFÍA

Achkar, M. (2012). Cuenca del Río Santa Lucía - Uruguay Aportes para la discusión ciudadana. Recuperado de <https://www.redes.org.uy/wp-content/uploads/2012/12/Publicacion-Santa-Lucia-WEB.pdf>

Arango, N. et al. (2009). Principios y prácticas de la enseñanza de la ecología en el patio de la escuela. Instituto de Ecología y Biodiversidad – Fundación Senda Darwin. Santiago, Chile.

Di Filippo, Aldo. Impactos del Cultivo de Soja en Uruguay. (s.d)

Enseñanza de la ecología en el patio de la escuela. 2014. [ONLINE] (CITADO MARZO 2016). Disponible en Internet en: <http://eepechile.blogspot.com.uy/p/ciclo-de-indagacion.html>

Guía del docente GLOBE: <https://www.globe.gov/es/do-globe/globe-teachers-guide>

MACHIN, Emanuel. Miniguía zooplancton y macroinvertebrados de agua dulce de Uruguay (s.d.)

Morelli, Enrique, Verdi, Ana, Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay. Revista Mexicana de Biodiversidad [en línea] 2014, 85 [Fecha de consulta: 5 de febrero de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42532670017>> ISSN 1870-3453

Observando nuestro entorno local: exploraciones escolares. Pág. 191-204 (PDF Download Available). Available from: https://www.researchgate.net/publication/317045991_Observando_Nuestro_Entorno_Lo

cal_Exploraciones_Escolares_Pag_191-204 [accessed Feb 05 2018]. Personal de la Unidad de Gestión Ambiental y Calidad del Agua – VRHR y del ULRA de la UMSS. 2012. Guía para evaluar la calidad acuática mediante el índice BMWP/Bol. La Paz.

PACHECO, Juan Pablo et al. Evaluación del estado trófico de arroyos de la cuenca de Paso Severino (Florida, Uruguay) mediante la utilización del índice biótico TSI-BI. AUGMDOMUS, [S.l.], v. 4, p. 80-91, jan. 2013. ISSN 1852-2181. Disponible en: <<https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/view/502>>. Fecha de acceso: 06 feb. 2018

Programa GLOBE Argentina. 2013. [ONLINE] [Citado abril 2016]. Disponible en Internet en: www.globeargentina.org/

Resolución Ministerial N° 229. Diario Oficial de la República oriental del Uruguay, Montevideo, Uruguay. 23 de noviembre de 2015.