

**Feria Nacional de Clubes de Ciencia
Categoría Ñandú- Área Científica**

Mejillón Dorado ¿invasor o informante? ¿Enemigo o aliado? Estudio del Río de la Plata mediante test de micronúcleos de *Limnoperma fortunei*

Club de Ciencias Mejillón Dorado

Alumnas: Melisa Curbelo, Daniela Pérez, Carolina Talice

Orientadoras: María Inés Melognio, Laura Vico

4° año de Magisterio – 2018

IFD Carmelo

Resumen.....	pág. 3
Marco Teórico.....	pág. 4-6
Materiales y Métodos.....	pag.5-6
Resultados.....	pág. 7
Discusión.....	pág. 8
Referencias Bibliográficas	pág. 9-10

RESUMEN:

La acción de los seres humanos provoca el vertido de contaminantes a los cursos de

agua, muchos de estos con acción mutagénica. Debido a esta situación se estudian 4 puntos de cursos de agua de la ciudad de Carmelo. Dos situados sobre el Río de la Plata, donde se encuentra la zona que se utiliza para recreación y potabilizar para abastecer la ciudad; y los otros sobre el Arroyo de las Vacas, lugar que tiene menor caudal y mayor actividad antropogénica. Los mismos fueron seleccionados teniendo en cuenta que reciben el vertido de aguas residuales domiciliarias, desechos industriales, agrícolas y ganaderos. Frente a este problema se realiza un estudio comparativo entre los puntos mencionados, utilizando como bioindicador al mejillón dorado *Limnoperma fortunei*. Es una especie invasora de vida sedentaria que se alimenta por filtración del agua permitiendo obtener una información de un lapso de tiempo de lo que sucede en el curso de agua a diferencia de los parámetros fisicoquímicos que lo indican en ese momento. En cada punto se miden parámetros y se colectan mejillones. Se cuentan células multinucleadas de hemolinfa de músculo aductor posterior de estos para analizar el nivel de daño genético mediante test de micronúcleos. Se comparan los datos obtenidos en cada punto y se observa que el Arroyo de las Vacas, presenta mayor número de células multinucleadas a medida que desciende su curso hacia el Río de la Plata.

ABSTRACT

The action of human beings provokes the dumping of contaminants in the watercourses, many of them with mutagenic action. Due to this situation, 4 points of water courses are studied in the city of Carmelo. Two located on the River Plate, where you will find the area used for recreation and purify to supply the city; And the others on the stream of cows, a place that has lower flow and increased anthropogenic activity. They were selected taking into account that they receive the discharge of household sewage, industrial, agricultural and livestock waste. In the face of this problem, a study is carried out between the aforementioned points, using the *Limnoperma fortunei* golden mussel as a bioindicator. It is an invasive species of sedentary life that feeds by filtering water allowing to obtain information of a lapse of time of what happens in the course of water unlike the physicochemical parameters that indicate it at that time. At each point parameters are measured and mussels are collected. Multinucleate cells of the adductor muscle are counted posterior of these to analyze the level of genetic damage by Micronuclei test. The data obtained at each point are compared and it is observed that the stream of cows, presents a greater number of multinucleate cells as it descends its course towards the Rio de la Plata.

Palabras Claves: *Limnoperma Fortunei*, contaminantes ambientales, test de micronúcleos, bioindicador o biomarcador.

Marco teórico

La Comisión Administradora del Río Uruguay, afirma que “las actividades humanas tales como la urbanización creciente y la expansión de la agricultura junto con las variaciones climáticas, han modificado el flujo y la calidad del agua de la Cuenca del Plata resultando condiciones que alteran la calidad del agua”.

Las características, físico-químicas y biológicas del agua de los ríos y arroyos son alteradas por causa de la urbanización creciente sobre estos. Este hecho cambia las condiciones para que los seres vivos nazcan, crezcan y se desarrollen en este medio, así como sus relaciones tróficas.

Por otra parte, la calidad del agua está determinada por el cumplimiento de directrices, valores, guías o estándares acordados para los parámetros físicos, químicos y biológicos del recurso hídrico, según sea éste destinado a la potabilización, la recreación o el riego, o a otros usos como el transporte o la refrigeración, entre otros (OMS, 2016).

Es importante clasificar los cuerpos de agua según su uso de forma de preservarlo y poder utilizarlo correctamente y sin riesgos para la salud. En cuanto a la clasificación según su uso, el Decreto 253/79 prevé cuatro categorías o clases, que ordena jerárquicamente: Clase 1: son los cuerpos destinados a toma de agua para potabilización por procesos convencionales. Clase 2: se divide a su vez en dos categorías, que incluyen el riego de frutas y hortalizas que se consumen crudas, cuando la(s) parte(s) que se consume(n) se moja(n) con el agua de riego (Clase 2a); y la recreación por contacto directo (Clase 2b). Clase 3: aguas destinadas al riego de vegetales que o no son de consumo humano o su forma de consumo no está incluida en la clase 2b, y aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica. Clase 4: cuerpos de agua que deben cumplir ciertas reglas de armonía paisajística a su pasaje por centros urbanos.

Dado la variabilidad de los ambientes naturales, y particularmente de los sistemas fluviales o ríos, determinar la calidad del agua requiere estudios de mediano y largo plazo, de modo que se consideren los efectos de eventos locales y regionales, y puedan definirse tendencias y ciclos. La pérdida de la calidad del agua es objeto de preocupación y de estudios a nivel mundial. Esta pérdida se asocia al incremento de las actividades productivas vinculadas con el crecimiento poblacional y el desarrollo económico. En nuestra región, este desarrollo se vincula fuertemente con las actividades agropecuarias y el uso del suelo, complementado por la actividad industrial. Por otra parte, también los efectos del cambio climático son factores que repercuten en los procesos físicos y bioquímicos que inciden en la calidad del agua (N.U., 2014; Paerl et al., 2011).

En estos últimos años ha crecido la preocupación sobre la calidad del Río Uruguay que desemboca en el Río de la Plata, desde la instalación de UPM y los sucesivos pleitos con la República Argentina los estudios de la calidad del agua de estos ríos han aumentado.

El Río de la Plata nace en el km 0 de Punta Gorda recibiendo como principal afluente al río Uruguay y al Río Paraná. El agua recibida viene de zonas industrializadas y agropecuarias de Brasil, Paraguay y Argentina, por lo que resulta indispensable para la salud de las personas del litoral sur del Uruguay conocer en qué condiciones llega.

Ciudades como Carmelo y Colonia, toman de esta agua para potabilizarla, también se utiliza para baños y deportes acuáticos, destacando que las mismas tienen gran afluencia de turistas y esta, una de sus principales actividades económicas en la región.

El área de estudio elegido se ubica en el comienzo del río de La Plata, donde, además de los ríos ya mencionados desemboca el arroyo de Las Vacas, es por ello que nos centraremos en la ciudad de Carmelo que se encuentra localizada en la zona suroeste del departamento de Colonia, a ambos márgenes del citado arroyo de las Vacas.

Según los aportes de investigaciones publicados en el libro "GEO Carmelo" la zona de estudio es contaminada fundamentalmente por descargas de agua residuales domésticas e industriales, por aportes no controlados de residuos sólidos, también por contaminantes derivados de la actividad agropecuaria (los contaminantes derivados de vertidos incluyen agroquímicos, pesticidas, hidrocarburos y metales pesados, vertido de material de dragado, residuos del tráfico marítimo y drenaje de bañados).

Debido a toda la situación antes descrita se utiliza como base el proyecto realizado durante el año 2017 "Monitoreo del curso inferior del Río Uruguay con test de micronúcleos de *Limnoperma fortunei*" de las alumnas Nirvana Fraga y Astrid Ulasik, y la docente Laura Vico del Liceo Dr. Medulio Pérez Fontana. Este proyecto utiliza el mejillón dorado como bioindicador de calidad de un curso de agua para evaluar la bioacumulación de estos seres vivos en ese punto durante un período de tiempo y no solo en un instante como lo permiten hacer los parámetros físico-químicos como pH, O₂ disuelto, temperatura y turbidez. En el mismo se seleccionan puntos del Río Uruguay y se monitorean pero no se llega a hacer recuento de células uni y multinucleadas. La técnica utilizada de extracción de hemolinfa se hizo del pericardio, pero en nuestro caso se utiliza la técnica del músculo aductor posterior ya que esta permite extraer la hemolinfa con mayor facilidad. Esta técnica fue sugerida por la investigadora del CONICET Jaqueline Caffetti de Argentina., con quien se mantiene comunicación en varias instancias de esta investigación.

Se seleccionan cuatro puntos de la ciudad de Carmelo en el cual se vierten diferentes contaminantes dos de ellos en el Arroyo de las Vacas donde aguas arriba se vierten residuos de la planta pasteurizadora de leche, aguas residuales de criaderos de cerdos, aves y vacunos de los campos linderos, y aguas que llegan desde la zona de plantaciones durante períodos de lluvia por escurrimiento, principalmente viñedos. También hacen su aporte los desechos domiciliarios de la ciudad (ver mapa google earth). Los puntos restantes se ubican en el Río de La Plata inmediatamente a la salida del Arroyo de las Vacas, donde llegan todos los cursos de agua con los contaminantes que reciben agua arriba del Río Paraná y Uruguay, y Arroyo de las Vacas ya descrito anteriormente

Los principales parámetros que se utilizan para determinar la calidad de aguas son:

- Turbidez: se debe a los sólidos suspendidos, y esto afecta a la dispersión de la luz. Puede ser causada por partículas de arcilla o lodo, descargas de líquido doméstico o industrial, o por presencia de gran número de microorganismos. También puede ser causada por burbujas muy pequeñas de aire. La turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales, y afecta al ecosistema ya que la actividad fotosintética depende en gran medida de la penetración de la luz. Las aguas turbias tienen, , una actividad

fotosintética más débil. En el caso del mejillón, es un animal filtrador por lo que las partículas que están allí ingresan a su cuerpo y permanecen un tiempo, por lo que se indica como un buen bioindicador.

- Temperatura: Es un parámetro de fácil determinación, tanto en campo como en laboratorio. En general interesan las modificaciones de temperatura que resultan de una determinada intervención, por ejemplo descarga de desechos. El ascenso de la temperatura de un cuerpo de agua puede generar modificaciones en la biota que en él habita, ya sea por vía directa como a través de modificaciones (descenso) en el oxígeno disuelto disponible al variar el nivel de saturación y aumentar las tasas metabólicas de procesos biológicos en los que se consume oxígeno. Su alteración suele deberse a su utilización industrial en procesos de intercambio de calor (refrigeración). Influye en la solubilidad de los gases y las sales. Temperaturas elevadas implican aceleración de la putrefacción, con lo que aumenta la DBO y disminuye el oxígeno disuelto.

- pH: La mayoría de las aguas naturales tiene un pH cercano al neutro. Aproximadamente el 95 % de todas las aguas naturales tiene un pH entre 6 y 8, debido a la presencia de dióxido de carbono disuelto proveniente de la atmósfera. Los valores de pH extremos en aguas no son compatibles con la presencia de formas de vida superiores. Asimismo, las fluctuaciones amplias del pH del medio condicionan la permanencia de especies con rangos de tolerancia estrechos. Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, y otros

- El oxígeno disuelto OD: indica la presencia de oxígeno molecular O₂ disuelto en la masa de agua y en consecuencia disponible para la respiración de los organismos aerobios. Se puede determinar tanto en campo (con una sonda adecuada) como en laboratorio. El valor que suele tomarse como límite mínimo para sostener la presencia de formas de vida medianamente complejas en un cuerpo de agua es de 5 mg/L de OD. Desde el punto de vista de las variables físicas del ambiente, la temperatura y la salinidad condicionan el valor del OD de saturación en el agua. Desde el punto de vista de la actividad biológica, la presencia de materia orgánica conduce a procesos que consumen OD, esto puede darse en la masa de agua o en el fondo del cuerpo de agua como demanda bentónica. Así como la presencia de organismos fotosintéticos aporta OD durante las horas de luz solar. A mayor temperatura o mayor salinidad, menor concentración de oxígeno disuelto de saturación. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.

Los análisis químicos del agua para determinar la calidad son caros, porque muchos de ellos no se pueden realizar en el laboratorio de un centro educativo, y se deben enviar a laboratorios especializados, por lo que se decide trabajar con un bioindicador. Para esta investigación se elige al mejillón dorado, *Limnoperna fortunei*. Se realiza esta selección teniendo en cuenta una serie de datos recabados del trabajo de Ulasik A. y Fraga Nirvana que utilizan este bivalvo como bioindicador en la zona de Nueva Palmira:

- Es una especie exótica invasora, que se adapta muy bien a este ecosistema. Este molusco tiene origen asiático y su transporte hasta esta región de América Latina puede

haberse realizado en su estado larval por medio de las embarcaciones comerciales cuyos tanques de agua dulce (usada en los buques como contrapeso) son vaciados en los puertos de destino. Por lo anteriormente explicado no es una especie de prioridad para conservar y proteger.

- Su tamaño en el periodo adulto (3 años) es como máximo de 35 mm, este tamaño es el adecuado para poder hacer los estudios ya que permite observar con facilidad su anatomía interna, en particular el musculo aductor posterior. (Fraga N., 2017)

- Es un bivalvo con alta capacidad reproductiva. Por lo que se encuentran gran cantidad de individuos fácilmente. Su ciclo de vida es de 3 o más años. Esto asegura su abundancia y la posibilidad de utilizarlo

- Es de amplia distribución, lo encontramos en todos los ríos y arroyos de la región, por lo que es muy práctico obtener los ejemplares para investigar. Son muy abundantes en la costa de Carmelo tanto en la playa como el Arroyo de las Vacas,

- Tiene hábitos epifaunales, vive toda su vida adherido a diferentes sustratos, por medio de filamentos del biso, puede ser cualquier sustrato duro, ya sea natural, como troncos, vegetación acuática y limo-arenoso-compacto-, o artificial, como muelles, espigones, caños, etcétera. (Fraga N., 2017). Por esto último causan muchos daños y deben ser removidos y eliminados periodicamente de estos lugares.

- Son fáciles de extraer del lugar, ya que habitan a pocas profundidades, no es necesario sumergirse ni nadar.

- La falta de movilidad permite que sea considerado un buen bioindicador u organismo centinela definiéndose este como "ser vivo que aporta información sobre la calidad del medioambiente a partir de un marcador puntual, en este caso el daño genético observable a través del test de micronúcleos "(Gutiérrez, 2013)

- Durante toda su vida están expuesto al mismo flujo de agua y por lo tanto obtiene los nutrientes y contaminantes que allí se encuentran debido a que se alimentan por filtración de macropartículas disueltas en agua.

- Una vez recolectados se logran mantener con pocos cuidados en un laboratorio, utilizando solo pecera y oxigenador. Se debe tener en cuenta cambiar el agua para asegurar su alimentación y traer la misma del mismo lugar donde fueron recolectados.

Según la investigación realizada por Caffeti sobre la evaluación genotóxica y el monitoreo ambiental consideramos relevante utilizar *Limnoperma fortunei* para el ensayo de micronúcleos, porque permite evaluar el daño cromosómico durante la división celular, esta técnica rápida y sencilla sirve para observar y cuantificar al microscopio óptico el daño ocurrido a nivel celular de un organismo y compararlo con variables físico/químicas como pH, temperatura, oxígeno disuelto y turbidez. Dichos parámetros permitir obtener datos de lo que esta ocurriendo en el momento pero no de lo que ha sucedido durante el transcurso de la vida del mejillón en el curso de agua. (Fraga N., 2017)

Objetivo general:

- Determinar la contaminación ambiental en relación a la cantidad de contaminantes

de cuatro puntos estratégicos de la ciudad de Carmelo utilizando el test de micronúcleos de hemolinfa de *Limnoperma fortunei*

Objetivos específicos:

- Buscar los puntos estratégicos para recolectar los mejillones
- Cuantificar el número de células micronucleadas de hemolinfa de *Limnoperma fortunei* en 2 puntos del inicio del Río de la Plata (Costa de ciudad Carmelo) y en 2 puntos del Arroyo de las Vacas
- Vincular la alteración genética de *Limnoperma fortunei* con parámetros fisicoquímicos y la cantidad de contaminantes que se vierten en la ciudad de Carmelo

Hipótesis:

Hay un mayor número de células polinucleadas de *Limnoperma fortunei* en Arroyo de las Vacas debido al mayor número de contaminantes que recibe.

CRONOGRAMA

2018	Buscar información del tema.	Realizar el marco teórico y plantear objetivos e hipótesis	Determinar los puntos de extracción y medir parámetros y análisis	Análisis de datos y elaboración del informe	Reelaboración del informe
Marzo/Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Septiembre					

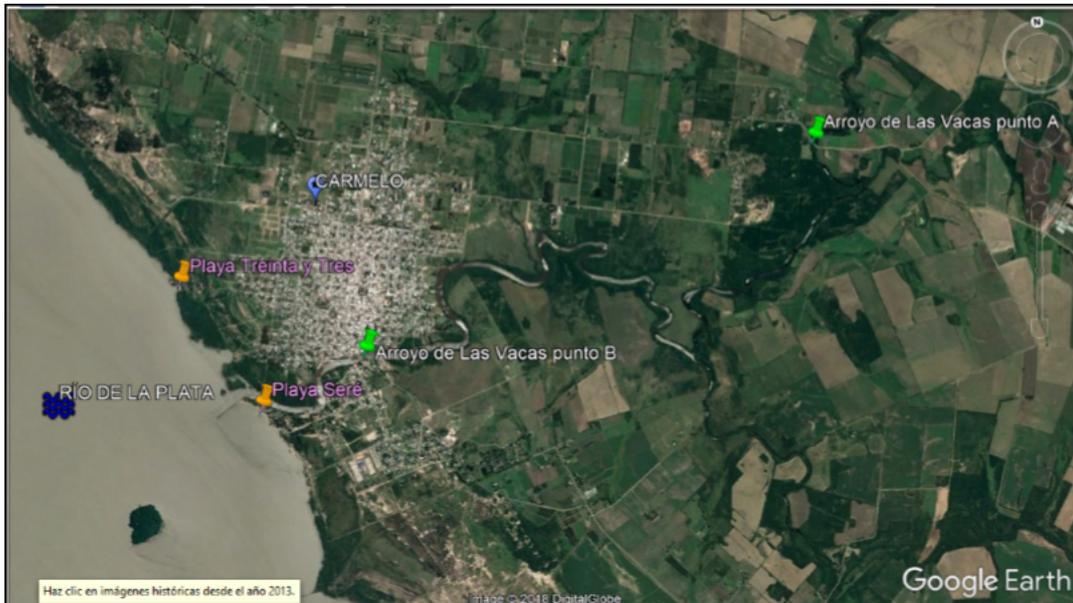
MATERIALES Y MÉTODOS:

Diseño experimental:

- Se seleccionan 4 puntos de cursos de agua de Carmelo que tienen diferente

impacto ambiental para la extracción de *Limnoperna fortunei*:

- 1- Playa Seré
- 2- Playa Treinta y Tres
- 3- Arroyo de las Vacas Punto A
- 4- Arroyo de las Vacas Punto B



• Estos cuatro puntos se consideran estratégicos porque allí se realizan baños, deportes acuáticos y clases de natación durante la temporada estival, por lo tanto son utilizados por la población carmelitana, el turismo interno y del exterior sobre todos argentinos. También al encontrarse un muelle se constata la presencia de mejillones. Y esto facilita el acceso y recolección, esta última es muy difícil cuando crece el río y esto debe tenerse en cuenta para elegir el lugar de recolección.

* Se colectan la misma cantidad de mejillones de cada punto manteniéndolos vivos en una pecera con agua recogida en el lugar de origen. En esta oportunidad se miden: temperatura, pH, turbidez y oxígeno disuelto.

- Se extrae la hemolinfa de 4 mejillones de cada punto para su posterior observación.
- La hemolinfa se extrae con aguja para insulina buscando el corazón
- Se centrifuga y luego se hace extendido sobre un portaobjetos.
- Se deja secar y se lava con alcohol
- Se deja secar y se tiñe por 10 minutos con azul de metileno
- Lavado con agua, observación y recuento de células uni y multinucleadas

Debido al tamaño de los mejillones colectados, (1,5 cm los más grandes) esta técnica hizo imposible tomar muestras puras de hemolinfa. Al intentar llegar al pericardio se extraía agua de filtrado en la cual se observaron en las muestras importante cantidad de organismos unicelulares ciliados con importantes vacuolas.

Se consulta con Jaqueline Cafetti investigadora Argentina de CONICET y nos asesora para extraer hemolinfa del musculo aductor posterior.

Técnica 2-

1-Tomar 2 mejillones de igual tamaño de cada muestra

2-Raspado con un bisturí en su borde

3-Introducir un bisturí, abriendo ambas valvas y observar el musculo aductor posterior

4-Introducir aguja de insulina en el musculo y extraer hemolinfa

5-Depositar sobre un portaobjetos y hacer extendido

6-Dejar secar, lavar con alcohol

7-Dejar secar y teñir por 10 minutos con azul de metileno

8-Oservar al microscopio óptico .Contar células uni y multinuclead

Foto tomada por Daniela Pérez

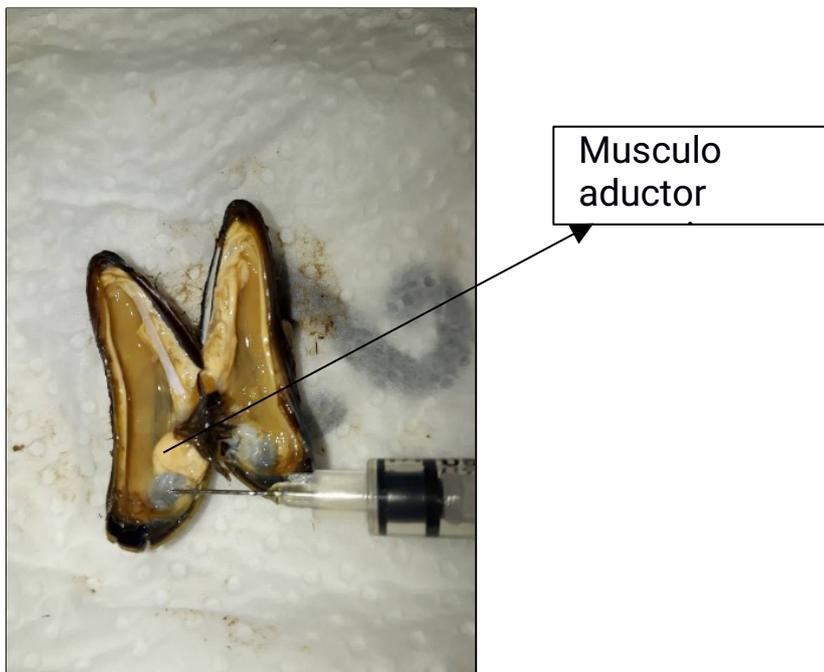


foto de

células

RESULTADOS:

Datos de recuento de células uni y multinucleadas en los puntos seleccionados:

Fecha	No. de células uninucleadas	No. de células multinucleadas	Total de Células
18/09/2018			
Portaobjetos 1 Arroyo de las Vacas A	10	1	11

Portaobjetos 2 Arroyo de las Vacas B	7	3	10
Portaobjetos 1 Río de la Plata Playa Treinta y Tres	8	0	8
Portaobjetos 1 Río de la Plata Playa Seré	11	1	12

Se debe mencionar que actualmente se está trabajando en el recuento de células uni y multinucleadas de 4 puntos. Ya se tomaron datos de parámetros fisicoquímicos de los lugares antes mencionados

Parámetros Fisicoquímicos	pH	Turbidez (NTU)	O ₂ disuelto mg/l	Temperatura °C	Observaciones Fecha
Arroyo de las Vacas	5,8	45	8.32	15	15/7/2018
Río de la Plata	7.2	10	15.22	14	15/7/2018

Parámetros Fisicoquímicos	pH	<u>Turbidez (NTU)</u>	O ₂ disuelto mg/l	Temperatura °C	Observaciones Fecha
Arroyo de las Vacas. Punto A	7,20	26	12,33	14,5	21/09/2018
Arroyo de las Vacas. Punto B	7,21	46,02	8,32	17,7	21/09/2018
Río de la Plata Playa Treinta y Tres	7,77	36,12	16,33	16,1	21/09/2018
Río de la Plata Playa Seré	7,2	25	14,22	16	21/09/2018

DISCUSION:

De acuerdo a los datos de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los 2 puntos seleccionados, los de la playa de Carmelo: el pH, turbidez y O₂ disuelto indican que el estado del agua es mejor en el Río de la Plata (playa Seré) que en el Arroyo de las Vacas. La temperatura prácticamente no varía como era de esperarse. En esta primera etapa de observaciones de muestras podemos ver que hay mayor número de células polinucleadas en Arroyo de las Vacas, hecho que coincide con peores datos de parámetros

fisicoquímicos del lugar. Según la hipótesis esto es lo esperado. Al arroyo llegan los vertidos de la planta pasteurizadora de leche, aguas residuales de criaderos de cerdos, aves y vacunos de los campos linderos, y las aguas que llegan desde la zona de plantaciones, principalmente viñedos; también de los desechos domiciliarios de la ciudad (ver mapa) y la cercanía de muchos basureros, hace que lleguen contaminantes al agua. En la playa, si bien llega el agua de los ríos Paraná Y Uruguay, es más ancho y la corriente los lleva alejándolos de la costa. El agua que llega a la playa es de zonas de bañados y monte donde no hay plantaciones, criaderos de animales ni industrias, solo se encuentran algunos pequeños basureros ocasionales no permitidos que se limpian periódicamente, el saneamiento desemboca un kilómetro después de terminada la zona de playas y la corriente los lleva lejos de las mismas.

Es difícil extraer hemolinfa de ejemplares pequeños con la técnica de llegar al pericardio. La técnica de músculo aductor facilita la extracción de hemolinfa, su color blanquecino es observable a simple vista.

BIBLIOGRAFÍA

- Caffetti, JD., Mantovani, MS., Pastori, MC., Fenocchio, AS. (2008). "First genotoxicity study of Paraná river water from Argentina using cells from the clam *Corbicula fluminea* (Veneroida Corbiculidae) and Chinese hamster (*Cricetulus griseus* Rodentia, Cricetidae) K1 cells in the comet assay". *Genetics and Molecular Biology*. 31 (2): 561-565
- Cataldo D., Sylvester F., Boltovskoy D. (2005). *El mejillón dorado: estudios experimentales*- Comisión Administradora del Río Uruguay. (2013- 2014). *Estudio de la calidad del agua en el río Uruguay. Vigilancia de playas y estado Trófico. Informe bienal*
- De León, L. & C. García, (2011). *Monitoreo y evaluación de calidad de agua: plan para la definición de una línea de base del Río Negro*. Departamento de calidad ambiental, DINAMA, Montevideo, Uruguay, 35.
- Fraga N., U. A. (2017). *Monitoreo del curso inferior del Río Uruguay con test de micronucleos de *Limnoperma fortunei**. Nueva Palmira.
- González-Bergonzoni, I., A. D'Anatro, S. Stebniki, N. Vidal & F. Teixeira de Mello, (2015). *Monitoreo de exposición: monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A, UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay: 46p*
- Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay (2002). *Calidad de las aguas del curso principal y puntos críticos del Río Uruguay*. Informe Técnico Paysandú, Uruguay.
- Ríos, M., N. Zaldúa & S. Cupeiro, (2010). *Evaluación participativa de plaguicidas en el sitio RAMSAR Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay*. Vida Silvestre Uruguay, Montevideo, Uruguay
- Sylvester, F. (2006). *Biología alimentaria y ecología del molusco invasor *Limnoperma fortunei* (Mytilidae) en el Paraná inferior y Río de la Plata*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires.
- Estudio de la calidad de agua, sedimento y biota del Río de la Plata Informe preliminar de Evaluación del estudio de línea de base. Noviembre 2007- julio 2015. Servicio de Evaluación

de la Calidad y Control Ambiental. Departamento de Desarrollo Ambiental .Intendencia de Montevideo