

Centro de
Investigación y
Desarrollo en Ciencia
y Tecnología de
Materiales

UTN FRLP



Determinación de la Presencia de Contaminantes en Sedimentos y Peces del Río de La Plata

Da Rosa Gabriel

Informe de Práctica Profesional Supervisada

2019



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
LUGAR DE EJECUCIÓN Y RECURSOS DISPONIBLES	4
PLAN DE TRABAJO	2
Objetivo	2
Tareas a desarrollar	2
MARCO DE DESARROLLO	3
Antecedentes	3
Influencias	4
METODOLOGÍA	5
Muestreo	5
Equipos utilizados	5
Protocolos - Análisis de peces	2
Determinación de metales pesados - ABSORCIÓN ATÓMICA	2
Determinación de pesticidas y compuestos orgánicos CROMATOLOGRAFÍA GASEOSA	3
Protocolos - Análisis de Sedimentos	5
Determinación de metales pesados - ABSORCIÓN ATÓMICA	5
RESULTADOS	5
CONCLUSIONES	9
BIBLIOGRAFÍA	10

INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas actuales en el Río de la Plata es la presencia de contaminantes, tales como metales pesados, orgánicos y pesticidas, provenientes de los efluentes de las diferentes industrias presentes en la zona. En el presente trabajo, se determinó la presencia de contaminantes más precisamente en los sedimentos, así también como en sábalo y carpas, peces característicos del Río de la Plata.

El sábalo es una especie de gran importancia ecológica y económica que se distribuye en ríos de la Cuenca del Plata, la segunda en importancia en Sudamérica. Es un eslabón crucial en los ecosistemas paranoplatenses ya que es sostén de su cadena trófica. La abundancia del sábalo en la Cuenca del Plata se explica por sus adaptaciones bioecológicas, que son al mismo tiempo la hacen particularmente vulnerable a esta especie a las alteraciones antrópicas del ambiente. Esta vulnerabilidad también se refleja en la presencia de contaminantes que pueden bioacumularse en sus tejidos y, dadas la longevidad y las características migratorias de la especie, pueden llegar a encontrarse en ejemplares capturados en sitios lejanos a los lugares en los que los peces fueron expuestos a dichos contaminantes.

Por su parte, la carpa es una especie originaria de Asia que fue introducida en todos los continentes, a excepción de la Antártida. Se la considera una de las cien especies exóticas más dañinas del mundo, ya que compite con las especies silvestres autóctonas, altera su pureza genética y los equilibrios ecológicos. De manera similar, sus tejidos musculares pueden almacenar los contaminantes previamente mencionados.

A priori, se espera no encontrar compuestos orgánicos en sedimentos, puesto que, dada su menor densidad con respecto al agua, debería encontrarse flotando sobre la superficie. Dicho esto, se procede solo a determinar metales y pesticidas en sedimentos. En el caso de los peces, sí es factible encontrar tanto metales como compuestos orgánicos en sus tejidos musculares.

La cuantificación de metales fue realizada mediante espectrofotometría de absorción atómica. La concentración de contaminantes orgánicos totales y pesticidas se realizó por cromatografía gaseosa.

LUGAR DE EJECUCIÓN Y RECURSOS DISPONIBLES

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Materiales (CITEMA), perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. El mismo cuenta con laboratorios equipados con los elementos e instrumentos de medición requeridos para las determinaciones deseadas, así también como equipo de protección personal y condiciones de trabajo adecuadas. Pueden citarse los siguientes recursos disponibles:

- Suministro de gas
- Mesadas de trabajo
- Ventilación e iluminación
- Campanas de extracción
- Material de vidrio
- Computadoras de escritorio
- Guardapolvos
- Gafas de protección
- Guantes de látex
- Barbijos
- Tomacorrientes
- Heladera



PLAN DE TRABAJO

Objetivo

Determinar cuali y cuantitativamente la presencia de contaminantes orgánicos, pesticidas y metales pesados en tejido muscular e hígado de sábalo y carpa del Río de la Plata, y de pesticidas y metales pesados en sedimentos mediante cromatografía gaseosa y espectrofotometría de absorción atómica, de tal manera de conocer si las cantidades presentes se encuentran dentro de los límites establecidos.

Tareas a desarrollar

- Toma de las muestras
- Limpieza del área de trabajo
- Manipulación de material de vidrio
- Limpieza de los peces a estudiar
- Extracción de tejido muscular e hígado de los peces mediante bisturí
- Pesada de muestras mediante balanza analítica
- Deshidratación, extracción y filtración de muestras para la determinación de contaminantes orgánicos y pesticidas
- Digestión mediante ácido nítrico concentrado de muestras bajo campana para la determinación de metales pesados (Cu, Zn, Pb, Hg y Ni).
- Utilización y calibración de equipos de laboratorio (cromatógrafo de gases, espectrofotómetro de absorción atómica, lavador ultrasónico, horno mufla, estufa)
- Determinación cuali y cuantitativa de la concentración de los contaminantes presentes en las muestras de sedimentos y peces
- Análisis de los resultados
- Planteo de conclusiones

MARCO DE DESARROLLO

Antecedentes

De acuerdo a un estudio (Colombo et al., 2000), realizado en sábalos (*Prochilodus lineatus*) capturados en varios puntos del Río de la Plata, esta especie presentó en sus tejidos de moderados a altos niveles de contaminantes orgánicos (particularmente hidrocarburos alifáticos, clordanos y bifenilos policlorados (PCBs) y bajas concentraciones de metales traza. Esto motivó el establecimiento de la veda comercial y artesanal de la pesca de sábalos en la provincia de Buenos Aires, ampliada a toda actividad extractiva (Resolución Nº 04/2000 y su ratificación Nº 142/2000 de la Subsecretaría de Actividades Pesqueras del Ministerio de Producción de la Provincia de Buenos Aires), que permanece vigente hasta el presente.

A raíz de ello, y dada la importancia que reviste esta actividad para el Partido de Berisso, la Municipalidad de dicho distrito solicitó a la Red de Seguridad Alimentaria (RSA-CONICET) una evaluación de riesgo de consumo de esta especie y de otras como el surubí (*Pseudoplatystoma* spp.), el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) y la carpa (*Cyprinus carpio*).

Los resultados de dicho estudio permitieron llegar a la conclusión de que el riesgo de exposición a metales por consumo de sábalos por parte de la población en general sería muy bajo. Sin embargo, aclara que debido a la escasez de datos actualizados sobre presencia de contaminantes orgánicos persistentes en tejidos de sábalo no es posible asegurar la inocuidad de dichos peces capturados en el Río de la Plata destinados a consumo humano.

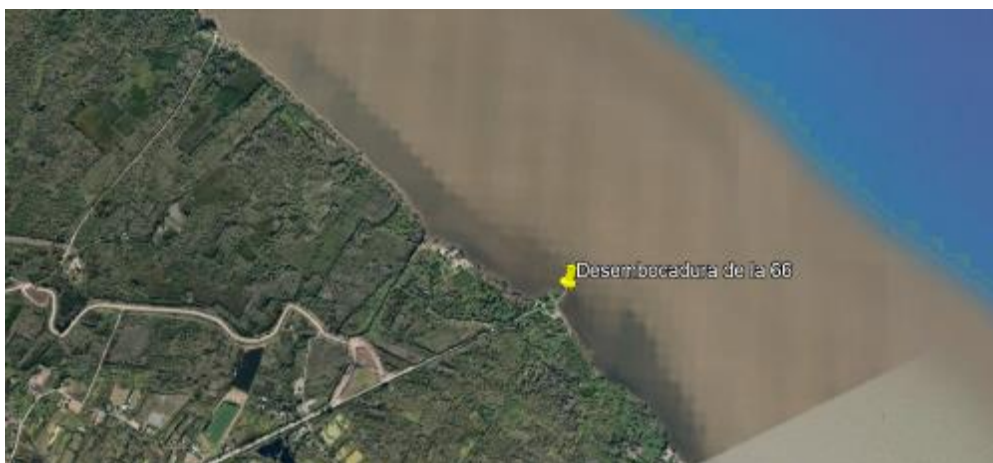
En cuanto a análisis previos de sedimentos, un estudio realizado en el año 2007 en la Bahía Samborombón por *Wetlands Ecology and Management*, periódico especializado en publicaciones referentes al estudio de ecosistemas en zonas costeras y humedales, determinó las concentraciones de As, Cd, Cr, Cu, Zn, Pb y Mn en sedimentos, concluyendo que la contaminación era baja en los casos del As, Cr, Cu, Ni y Mn; baja a moderada para el Zn; y considerable a alta para los casos del Cd y el Pb.

Influencias

Más de 24.000 establecimientos industriales y comerciales están radicados en la zona según información oficial de la Autoridad Cuenca Matanza-Riachuelo, ACUMAR. Entre los sectores reconocidos como más contaminantes se encuentran, entre otros, curtiembres, frigoríficos, galvanoplastías y petroquímicas. El sector de las curtiembres fue identificado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) en el año 2006, como responsable del 50% de la degradación ambiental.

Los efluentes industriales transportan contaminantes orgánicos e inorgánicos en cantidades que varían según la rama de producción. Los frigoríficos, por ejemplo, si no tratan sus vertidos, aportan gran contenido de bacterias. Al introducir en un curso de agua materia orgánica, ésta consume oxígeno para su oxidación y hace descender los niveles de ese elemento en el agua, así se favorecen procesos anaerobios durante los que se producen metano y sulfuro de hidrógeno, y se liberan olores nauseabundos.

Mientras tanto, los estudios remarcan que las curtiembres y la metalurgia generan metales, como el cadmio, el cromo, el cobre, el plomo, el cinc y el mercurio. Otras industrias liberan pesticidas y fertilizantes.



METODOLOGÍA

Muestreo

Los puntos de muestreo tanto para los peces como para los sedimentos fueron los siguientes:

- Río Santiago
- Cuatro Bocas
- Desembocadura de la 66 en Río

Se tomaron 2 muestras de sábalo (sábalo grande y sábalo pequeño), 2 muestras de carpa (carpa grande y carpa pequeña), y 3 muestras de sedimentos. Dada la importancia de evitar el deterioro y contaminación de las mismas, se tomaron medidas precautorias tales como el uso de guantes, heladeras, envases previamente lavados con agua a alta temperatura, de vidrio y de plástico, con buen cierre, y elementos de protección contra los efectos de la luz.

Los sedimentos se tomaron en zonas estratégicas como puentes, muelles y orilla, donde los mismos se encuentran en circulación y no estancados.

Equipos utilizados

Los equipos que así lo requirieron fueron calibrados previo a los ensayos.

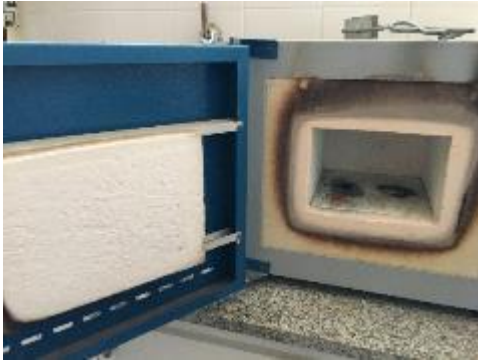
- Balanza analítica marca Ohaus
- Cromatógrafo de gases HP 6000 Series GC System



- Espectrofotómetro de absorción atómica marca Varían SpectrAA 300 Plus



- Horno Mufla



- Lavador Ultrasónico marca Testlab



- Estufa Lonomex



- Material de laboratorio (vasos de precipitado, matraces, balones, embudos, vidrios de reloj, pipetas de doble aforo, propipetas, erlenmeyers, reactivos, entre otros)



Protocolos – Análisis de peces

Antes de manipular o analizar las muestras, se limpiaron las áreas de trabajo y áreas circundantes con desinfectantes comerciales utilizados en el laboratorio.

En todos los casos se usaron reactivos ultra puros, para evitar y/o minimizar cualquier tipo de contaminación e interferencias en las determinaciones. Todas las soluciones fueron preparadas con agua destilada, calidad de laboratorio.

Se procedió de manera similar tanto con el sábalo como con la carpa.

Las piezas fueron atemperadas sobre la mesada, a temperatura ambiente, en el empaque original y en el contenedor en el que se las recibió en el laboratorio, para que se descongelen en el caso de que viniesen congeladas o se atemperen en caso que estuvieran refrigeradas.

Una vez atemperadas, se realizó un lavado con agua corriente fría bajo la canilla, con el fin de retirar las escamas sueltas, restos de hielo, de plástico, de arena y de cualquier otro elemento que altere el resultado del estudio.

Se colocó el pescado sobre la mesada, en decúbito lateral derecho.

Para la extracción de las muestras se utilizó un bisturí de acero inoxidable. Se extrajo lomo e hígado, el primero destinado a la determinación de compuestos orgánicos, pesticidas y metales pesados, y el segundo solo a la determinación de compuestos orgánicos y pesticidas. El lomo se trituró sobre la mesada mediante múltiples cortes con el bisturí hasta obtener un producto homogéneo de consistencia grumosa; posteriormente se lo recolectó en vasos de precipitado, mientras que el hígado fue triturado dentro del mismo recipiente. Luego las muestras se pesaron en balanza analítica en los mismos vasos de precipitado. Las muestras de lomo se repartieron en mitades para realizar tanto la determinación de metales pesados como de compuestos orgánicos y pesticidas.

Determinación de metales pesados - ABSORCIÓN ATÓMICA

Se llevaron las muestras de lomo, tanto de carpa como de sábalo, a una mufla a 150 °C en vidrios de reloj. Dicha temperatura se fue aumentando gradualmente, a razón de 50 °C por hora hasta alcanzar los 450 °C, obteniéndose como resultado cenizas color grisáceo. Luego de esto, se disolvieron las muestras con ácido nítrico concentrado (65 % p/p), y seguidamente se las filtró mediante papel de filtro, recogiendo el filtrado y enrasándose con agua destilada en balones de 50 ml.

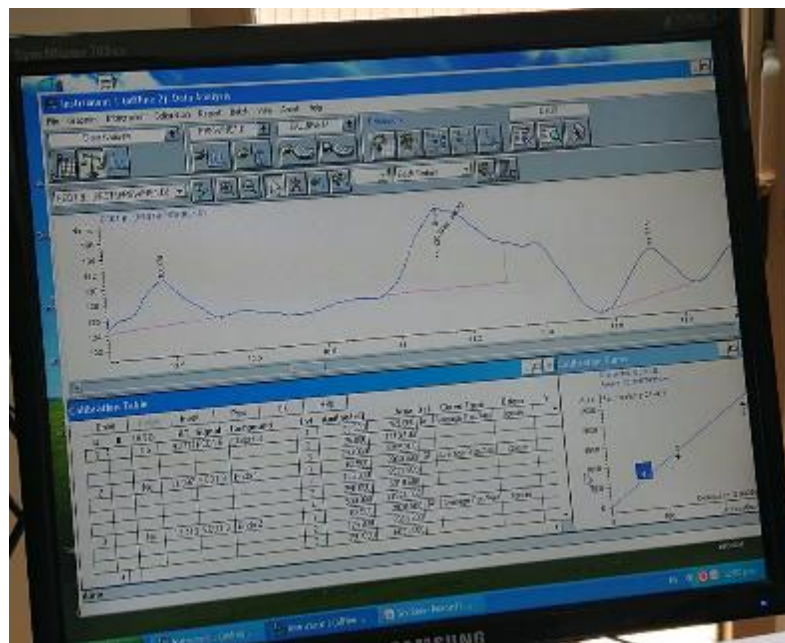
Se realizó la determinación de los metales en el espectrofotómetro de absorción atómica marca *Varian SpectrAA 300 Plus*.

Determinación de pesticidas y compuestos orgánicos CROMATOGRAFÍA GASEOSA

En primer lugar, se les adicionó a las muestras de lomo e hígado sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4), en iguales cantidades que el peso de cada muestra, con el fin de absorber el agua, puesto que la misma significa una interferencia para la detección de la señal en la columna del cromatógrafo. Luego fueron disueltas en diclorometano hasta estar sumergidas completamente. A continuación, se realizaron dos ciclos sucesivos de 15 minutos en el ultrasonido, con el fin de optimizar la posterior extracción. Esta última consistió en filtrar las muestras mediante papel de filtro, llevándose el filtrado a balones de 200 ml. Las muestras se concentraron por evaporación del disolvente, y posteriormente se adicionó normal hexano para redissolverlas (puesto que el hexano es la fase móvil utilizada en el cromatógrafo). Nuevamente, se procedió a realizar una última extracción, esta vez agregando sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4) sobre el papel de filtro y empapando el mismo con hexano para eliminar cualquier resto de agua aún presente en la muestra. Se lavaron además los balones con dicho disolvente para recuperar la mayor cantidad de muestra posible. Finalmente, se llevaron las muestras filtradas a matraces de 10 y 25 ml, enrasados seguidamente con hexano.



A continuación, se procedió con la utilización del cromatógrafo de gases *HP 6000 Series GC System*. El equipo se encendió con dos días de anticipación con el fin de permitirle entrar en régimen. Se tomó con una microjeringa (previamente lavada con hexano) 2 μL de muestra y se la inyectó en el equipo. Se llevó a cabo la lectura y luego se lavó la microjeringa nuevamente con hexano.



PEZ	TIPO DE MUESTRA	PESO MUESTRA [g]
SÁBALO GRANDE	LOMO (PARA METALES)	16,36
	LOMO (PARA ORGÁNICOS. Y PEST.)	27,06
	HÍGADO	12,08
SÁBALO PEQUEÑO	LOMO (PARA METALES)	8,94
	LOMO (PARA ORGÁNICOS. Y PEST.)	5,80
	HÍGADO	4,06
CARPA GRANDE	LOMO (PARA METALES)	26,73
	LOMO (PARA ORGÁNICOS. Y PEST.)	25,44
	HÍGADO	136
CARPA PEQUEÑA	LOMO (PARA METALES)	18,30
	LOMO (PARA ORGÁNICOS. Y PEST.)	16,32
	HÍGADO	71,75

Protocolos - Análisis de Sedimentos

Los procedimientos a realizar con los sedimentos son similares a los llevados a cabo con los peces. Se los describe a continuación:

Determinación de metales pesados - ABSORCIÓN ATÓMICA

Se llevaron las muestras de sedimentos en vidrios de reloj a la mufla a 150 °C. Se aumentó gradualmente la temperatura a razón de 50 °C por hora hasta alcanzar los 450 °C. Las cenizas obtenidas se disolvieron con ácido nítrico concentrado (65 % p/p), y seguidamente se las filtró mediante papel de filtro, recogiendo el filtrado y enrasándose con agua destilada en balones de 50 ml.

Se realizó la determinación de los metales en el espectrofotómetro de absorción atómica marca *Varian SpectrAA 300 Plus*. Se colocaron las lámparas correspondientes a cada metal y se calibró el equipo en cada determinación mediante el software. Luego se succionó la muestra mediante el conducto, atomizándose la misma luego en la llama.

Determinación de pesticidas e hidrocarburos – CROMATOGRAFÍA GASEOSA

Se les adicionó a las muestras de sedimentos sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4), en iguales cantidades que el peso de cada muestra, con el fin de absorber el agua y así evitar interferencias en el equipo. Luego fueron disueltas en diclorometano hasta estar

sumergidas completamente. A continuación, se realizaron dos ciclos sucesivos de 15 minutos en el ultrasonido, con el fin de optimizar la posterior extracción mediante papel de filtro, llevándose luego el filtrado a balones de 200 ml. Las muestras se concentraron por evaporación del disolvente, y posteriormente se adicionó normal hexano para redissolverlas. Nuevamente, se procedió a realizar una última extracción, esta vez agregando sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4) sobre el papel de filtro y empapando el mismo con hexano para eliminar cualquier resto de agua aún presente en la muestra. Los vasos de precipitado empleados para recoger las muestras filtradas fueron lavados previamente con hexano y secados en la estufa *Lonomex*. Se lavaron además los balones con dicho disolvente para recuperar la mayor cantidad de muestra posible. Finalmente, se llevaron las muestras filtradas a matraces de 10 y 25 ml, enrasados seguidamente con hexano.

A continuación, se procedió con la utilización del cromatógrafo de gases cromatógrafo de gases *HP 6000 Series GC System*. El equipo se encendió con dos días de anticipación con el fin de permitirle entrar en régimen. Se tomó con una microjeringa (previamente lavada con hexano) 2 μL de muestra y se la inyectó en el equipo. Se llevó a cabo la corrida.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos dieron a conocer la presencia de bifenilos policlorados (PCBs) y pesticidas (endosulfán y clorpirifós) tanto en los peces como en los sedimentos, así también como la de los metales pesados en estudio.

Los PCBs son un grupo de compuestos químicos orgánicos que entran al ambiente en forma de mezclas que contienen una variedad de componentes individuales de bifenilos policlorados. Debido a que no se encienden fácilmente y constituyen buenos materiales aislantes, los PCBs se usaron extensamente como refrigerantes y lubricantes en transformadores, condensadores y en otros artículos eléctricos. La producción de PCBs cesó a raíz de evidencia de que se acumulan en el ambiente y que pueden causar efectos perjudiciales. Algunos estudios sugieren que la exposición a los PCBs puede producir irritación de la nariz y los pulmones, malestar gastrointestinal, alteraciones de la sangre y el hígado y depresión y fatiga. Los problemas de la piel, como por ejemplo el acné y los salpullidos, pueden ocurrir en gente expuesta a altos niveles de PCBs.

Por su parte, el endosulfán ($\text{C}_9\text{H}_6\text{Cl}_6\text{O}_3\text{S}$) es un insecticida y acaricida de contacto y estomacal de amplio espectro utilizado principalmente para control de plagas. Tiene una elevada toxicidad para la biota acuática en general y para los peces en particular. La OMS clasifica al endosulfán entre los plaguicidas con mayor toxicidad aguda, categorías 1a y 1b, extremadamente y altamente peligrosos, respectivamente. Su elevada toxicidad para

organismos acuáticos, tales como peces y anfibios, es favorecida por su bioacumulación y su baja hidrofobicidad, junto con su aplicación actual, por lo cual es relevante el monitoreo de este insecticida en cuerpos de agua donde existan actividades agrícolas en sus cuencas.

La exposición al endosulfán puede causar náuseas, vómitos, diarrea, dolores de cabeza, mareos, debilidad muscular, depresión y confusión, además de daños al hígado, riñones e incluso al cerebro, conduciendo a convulsiones, pérdida de la coordinación y de la memoria.

El clorpirifós (nombre de la IUPAC: O, O-dietil O-3,5,6-trichloropyridin-2-il fosforotioato) es un insecticida moderadamente tóxico, y la exposición crónica se ha relacionado con efectos neurológicos, trastornos del desarrollo y trastornos autoinmunes. Es el más utilizado en Argentina.

En cuanto a los efectos de los metales pesados en el organismo, en general la exposición a lo largo del tiempo está relacionada con varios tipos de cáncer, problemas en el desarrollo de fetos y niños, artritis, enfermedades cardiovasculares, dolencias renales. El plomo afecta al sistema nervioso y está asociado a anemia, esclerosis, fatiga y a cáncer de riñón; el mercurio se relaciona con alteraciones neurológicas, autismo, depresión y problemas del aparato respiratorio; el cobre causa daño en el hígado, en los riñones, está asociado a anemia y a irritaciones del intestino delgado e intestino grueso; mientras que el cinc provoca dolor de estómago e infección de las mucosas.

Absorción atómica - Peces

PEZ	Cu [ppm]	Zn [ppm]	Pb [ppm]	Hg [ppm]
SÁBALO GRANDE	0,50	39,60	1,20	No detectable
SÁBALO PEQUEÑO	0,26	7,30	0,50	No detectable
CARPA GRANDE	0,90	4,22	0,08	No detectable
CARPA PEQUEÑA	0,30	0,37	0,02	No detectable
PROMEDIO	0,49	12,87	0,45	-
DESV. EST	0,29	18,04	0,54	-
LÍMITE	10,00	100,00	0,30	0,5

Cromatografía gaseosa - Peces

PEZ	TIPO DE MUESTRA	Orgánicos (PCBs) [ppb]	Pesticidas (Endosulfán) [ppb]	Pesticidas (Clorpirifós) [ppb]
SÁBALO GRANDE	LOMO	1500,00	16,90	82,70
	HÍGADO	2200,00	52,20	55,20
SÁBALO PEQUEÑO	LOMO	1300,00	7,80	69,50
	HÍGADO	1700,00	27,70	48,80
CARPA GRANDE	LOMO	1400,00	9,30	75,30
	HÍGADO	1900,00	37,40	53,40
CARPA PEQUEÑA	LOMO	800,00	5,80	38,20
	HÍGADO	1200,00	31,30	21,90
PROMEDIO LOMO		1250,00	9,95	66,43
DESV. EST. LOMO		310,91	4,85	19,58
PROMEDIO HÍGADO		1750,00	37,15	44,83
DESV. EST. HÍGADO		420,32	10,80	15,52
LÍMITE		2000	6	10

Sedimentos

SEDIMENTOS							
MUESTRA	Zinc (ppm)	Cobre (ppm)	Mercurio (ppm)	Plomo (ppm)	Níquel (ppm)	Pesticidas Endosulfanos (ppb)	Pesticidad Clorpirifos (ppb)
Río Santiago	8	32	No detect	29	22	2,8	4,6
Cuatro Bocas	129	49	No detect	56	31	3,8	5,8
Desembocadura 66	188	37	No detect	46	28	3,6	5,5
Límite	0,3	0,04	0,001	0,05	4	0,1	0,1
Promedio	108,33	39,33	No detect	43,67	27,00	3,40	5,30
Desv Est	41,72	8,49	No detect	7,07	2,12	0,14	0,21

CONCLUSIONES

Observando los resultados obtenidos, puede confirmarse la presencia de contaminantes orgánicos (PCBs), pesticidas (endosulfán y clorpirifós) y metales pesados en peces, y de los mismos pesticidas y metales pesados en los sedimentos.

En cuanto a las concentraciones encontradas, puede verse que:

- Las concentraciones de metales pesados en peces se encontraron mayoritariamente por debajo de las concentraciones límite, a excepción del caso del plomo en los sábalo estudiados. Por su parte, no se logró detectar mercurio.
- Las concentraciones de PCBs obtenidas están en su mayoría por debajo del límite recomendado (se registró un valor mayor al límite en el caso del hígado de sábalo grande). Esto va en consonancia con el levantamiento tras 20 años de la prohibición de pesca de sábalo en el Río de la Plata por parte de la Provincia de Buenos Aires en el corriente año, luego de que el Laboratorio C&D determinara que la causa de dicha prohibición ha desaparecido.
- Las concentraciones obtenidas de los pesticidas (endosulfán y clorpirifós) se encontraron casi en su totalidad por encima del límite recomendado, lo cual representa una alarma dados los daños severos que puede ocasionar dichos pesticidas en la salud, aún en concentraciones del orden de los ppb.
- Puede verse que la concentración de los contaminantes (tanto metales como orgánicos y pesticidas) son mayores en los peces de mayor tamaño, lo cual está probablemente relacionado al mayor contenido lipídico de los mismos, además de una mayor longevidad y, por lo tanto, una mayor exposición.
- En el caso de los sedimentos, las concentraciones de metales pesados registradas superaron los límites establecidos. La escasa solubilidad de las partículas metálicas en el agua hace que la mayor parte de las mismas se depositen en los sedimentos. Esto abre la puerta a la contaminación de los peces con metales pesados.
- La concentración de mercurio está por debajo de los límites de detección del equipo utilizado (límite de detección: 2 µg/ml).
- Las concentraciones de ambos pesticidas en los sedimentos se encontraron por encima de los límites, siendo también un posible origen de la contaminación de los peces.

BIBLIOGRAFÍA

- Red de Seguridad Alimentaria del CONICET - GRUPO AD HOC PECES - *“Evaluación de riesgos toxicológicos en población humana, por consumo de sábalo”*; 2017.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Cyprinus_carpio
- *“Trace metal contents in water and sediments in Samborombón Bay wetland, Argentina”*; Wetlands Ecology and Management; Agosto 2007.
- <http://www.fororiodelaplata.com.ar/la-contaminacion-en-el-rio-de-la-plata-continua-en-aumento/>
- *“Análisis cuantitativo de metales pesados en pescados para exportación a la Unión Europea”*; Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Mayo 2018.
- https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs17.html
- <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0824sp.pdf>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Endosulf%C3%A1n>
- <https://www.ecoagricultor.com/los-efectos-de-los-metales-pesados-en-la-salud-y-como-eliminarlos/>
- *“Evaluación de la calidad de suelos y sedimentos en la estación misión La Paz, Argentina - Pozo Hondo, Paraguay período 2007-2013”*, Subsecretaría de Recursos Hídricos, Programa de Calidad de Agua, noviembre de 2014.
- Código Alimentario Argentino, Capítulo III.
- <https://www.ugr.es/~fgil/proyecto/hidruros/fundamento4.html>
- <https://www.eldia.com/nota/2019-8-25-2-33-15-tras-veinte-anos-de-prohibicion-habilitan-la-pesca-del-sabalo-en-el-rio-de-la-plata-la-ciudad>