



Programa: Monitoreo de Cuerpos Receptores

Subprograma: Estuario de Bahía Blanca

Objetivos del Subprograma: Mantener un sistema de vigilancia de la calidad ambiental del Estuario. Disponer de un sistema de información de los aspectos químicos, físicos, biológicos, microbiológicos y de impacto ambiental para la preservación de la calidad ambiental del Estuario de Bahía Blanca.

Período: Enero a diciembre de 2014.



Resumen del Plan de Trabajo

En la siguiente tabla se detallan las tareas desarrolladas para este subprograma, que se han dividido en diferentes secciones:

Tareas	
ESTUARIO DE BAHIA BLANCA	
A. Sección Química Marina.....	04
B. Sección Peces.....	11
C. Sección Organismos Bentónicos.....	17
D. Sección Microbiología.....	32
MONITOREOS DE APORTES NO INDUSTRIALES	
E. Monitoreo de Arroyos.....	37
ANEXO.....	42



ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA

En el marco del Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca, diseñado a partir del Convenio entre la Municipalidad de Bahía Blanca y el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO – CONICET / UNS), el IADO llevó a cabo un trabajo integral que culminó con un informe final del periodo 2013-2014, el que fue presentado por los investigadores en Casa Coleman en octubre de 2014.

Dicho informe incluye la totalidad de los resultados obtenidos de las muestras colectadas en las campañas de investigación realizadas durante el período agosto de 2013 a julio de 2014, así como su interpretación disciplinar e integrada. El mismo está dividido en capítulos según las diferentes áreas que participaron del trabajo: 1) Aspectos biológicos de cuatro especies de peces del estuario de Bahía Blanca; 2) Microbiología de la zona interna del estuario; 3) Comunidades bentónicas asociadas a las zonas portuarias del estuario; y, 4) Caracterización química de la zona interna del estuario. Cada uno de estos capítulos incluyen sus correspondientes metodologías empleadas, análisis, resultados, discusión de resultados y bibliografía específica.

Por último se presentan una serie de comentarios integrados a manera de síntesis que pueden resultar útiles para diagnosticar la condición actual de este ambiente, reconocer procesos que se han desarrollado a lo largo de su historia, e identificar situaciones potencialmente anómalas.

Parte de estos resultados, ya fueron presentados en el PIM 2013, pero en el Informe Final del IADO están integrados a los del 2014.

Este Programa de Monitoreo 2013-2014 es el primer antecedente de diseño que incluye una toma de muestras simultánea para el estudio de parámetros fisicoquímicos, químicos, microbiológicos y biológicos, y su integración permite brindar un panorama más certero del estado de salud ambiental del estuario de Bahía Blanca.

El informe completo del Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Estuario de Bahía Blanca 2013-2014, consta de 240 páginas y puede ser consultado en el siguiente sitio web:

<http://bahiablanca.gov.ar/cte/doc/Informe-Final-Estuario-de-Bahia-Blanca-2014.pdf>

A continuación se presenta una síntesis de los resultados obtenidos:

Sección A: Química Marina

1. Monitoreo del IADO

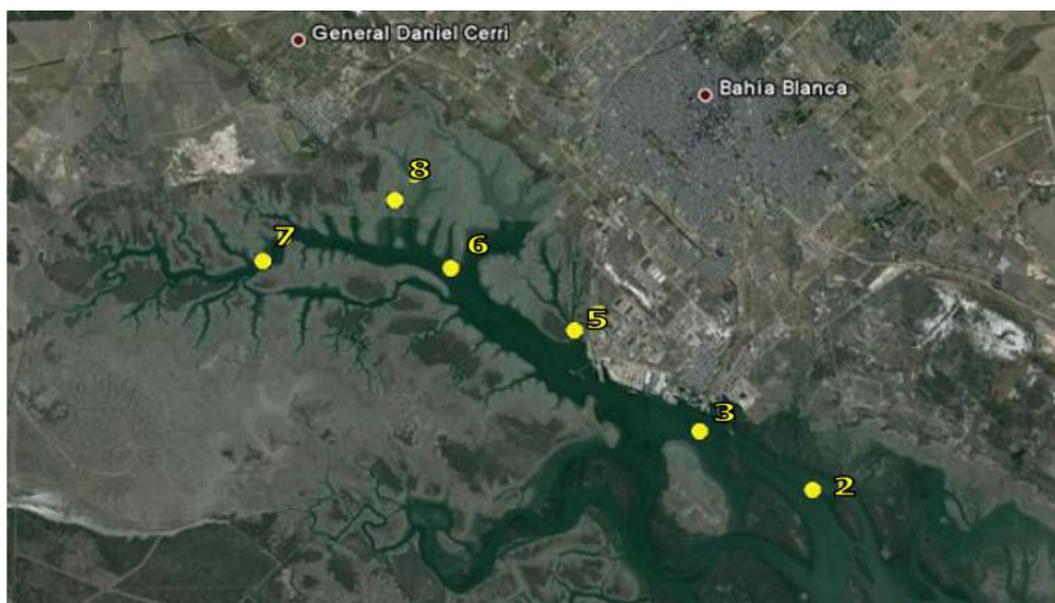
1.1. Campañas de química

En el 2014 se efectuaron dos campañas sobre las mismas estaciones de muestreo que en el 2013, en conjunto con el muestreo realizado para las determinaciones de la Sección D: Microbiología. En los meses de febrero y mayo de 2014, se recolectaron muestras de aguas subsuperficial (30 cm de profundidad) y de sedimentos. Las muestras fueron obtenidas por personal del IADO y de la UNS.

1.2. Estaciones de Muestreo

Las estaciones de este muestreo son las mismas de los últimos años (E2, E3, E5, E6, E7 y E8) y son coincidentes con las utilizadas en la Sección de Microbiología. Este año el IADO decidió cambiarles el nombre ya que la numeración no era correlativa y se prestaba a confusión. La localización de los puntos y el equivalente según la designación histórica informada en los PIM es:

Estación Histórica	Nueva designación	Ubicación
E2	CLO	En proximidades a la descarga cloacal 1 ^{ra} cuenca.
E3	IW	Puerto de Ingeniero White
E5	cPG	En proximidades de descarga Polo Petroquímico.
E6	M	Canal Maldonado
E7	PC	Puerto Cuatrerros
E8	3 ^a C	En proximidad a la descarga cloacal de la 3 ^{ra} cuenca



- Mapa: ubicación de las estaciones de muestreo en el estuario de Bahía Blanca.

1.3. Consideraciones Finales

A continuación se presentan las consideraciones finales del muestreo de química, reportadas en el informe final del IADO 2013-2014. La totalidad de los resultados se encuentran en dicho informe, el que puede ser consultado en el siguiente sitio web: (<http://www.bahiablanca.gov.ar/areas-de-gobierno/medio-ambiente/comite-tecnico-ejecutivo/informes-medioambientales/>).

Parámetros fisicoquímicos y Nutrientes

Los valores de los parámetros fisicoquímicos evaluados estuvieron en el mismo orden que los determinados históricamente para esta zona, y sólo cabe destacar el rango de salinidad medido durante este período que varió entre 24,28 y 41,23⁰/₀₀.

Las concentraciones de oxígeno disuelto fueron muy altas, con valores de sobresaturación en muchos casos.

Los valores promedio de MOP se encuentran dentro de las concentraciones normales reportadas para la zona interna del Estuario de Bahía Blanca; sin embargo, cabe destacar que el pico máximo detectado en la estación 3^aC, corresponde a más del doble de la concentración media registrada.

Los mayores valores de Clorofila *a* fueron detectados en febrero de 2014 en todas las estaciones de muestreo. Los máximos de Clorofila *a* estarían relacionados con la floración fitoplanctónica típica anual del estuario de Bahía Blanca, la cual durante los últimos años ha presentado un aumento de la floración de verano debido al incremento de la temperatura del agua, la turbidez y la concentración de nutrientes disueltos.

Las menores concentraciones de fosfatos, silicatos y nitrito se detectaron en agosto de 2013. Los mínimos correspondientes a nitrato se observaron en agosto de 2013 y febrero de 2014; cabe destacar las elevadas concentraciones detectadas en las estaciones IW y cPG en mayo de 2014. Para todo el período analizado las estaciones cPG y M fueron las que presentaron la mayor concentración de este nutriente. Los valores promedios de amonio fueron mayores en las estaciones cPG y 3^aC durante el período de monitoreo. Se han detectado relaciones N:P mayores a 16 durante agosto de 2013, febrero de 2014 y mayo de 2014. Esto permite describir un enriquecimiento de N por sobre el P que en algunos casos se debe al incremento en la concentración de nitratos en el sistema.

Los resultados previamente comentados permiten sostener que la zona interna del Estuario de Bahía Blanca fue *moderadamente eutrófica* durante agosto 2013 – mayo 2014.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)

En todos los casos se hallaron concentraciones detectables de PAHs en sedimentos, con una concentración media para el área en estudio de 203 ppb, con un mínimo de 9,6 ppb y un máximo de 889 ppb. Los compuestos registrados en mayor concentración fueron Fluoranteno, Acenaftileno y Fenantreno, y los más frecuentes Fenantreno > Naftaleno – Acenaftileno – Pireno. Los resultados del análisis de sedimentos evidenciaron la existencia de un nivel dinámico de impacto por PAHs, definido por valores bajos a moderados, los cuales son esperados para el tipo de presión antrópica en la zona. En cuanto a los orígenes de los aportes de PAHs cuantificados, la evaluación de índices diagnósticos para los sedimentos muestreados durante todo el período mostró signos de una impronta pirolítica (quema de combustibles fósiles) en el sistema. Las estaciones cPG y 3^aC mostraron alternativamente puntuaciones pirolíticas y petrogénicas, indicando un aporte mixto en cada caso (derrame de combustibles fósiles/petróleo y quema de combustibles).

Los resultados mostraron que el 37% de las muestras de sedimentos excedió al menos un nivel de "rango de efectos bajos" (ERL, Long et al., 1995) correspondiente a compuestos individuales. En ningún caso se excedió el nivel ERL para la sumatoria de PAHs.

Compuestos Organoclorados

En la gran mayoría de los casos analizados (24 muestras de sedimentos superficiales del estuario) los valores de compuestos organoclorados (OCs) fueron nulos o inferiores al límite de detección del método analítico empleado, y en los escasos casos en los que fueron detectables (siempre ligados a la estación CLO, próxima a la descarga de la cloaca de Bahía Blanca) los valores

registrados fueron extremadamente bajos. Esto permite sostener que no se ha producido acumulación de OCs en los sedimentos del estuario durante el período que se informa.

Metales disueltos en el agua

- El Cd disuelto mostró durante la segunda mitad del 2013 una tendencia a incrementarse hacia la zona interna del estuario, siendo más variable en las campañas del 2014. Sus concentraciones nunca fueron superiores a las concentraciones crónicas y agudas críticas establecidas por la US EPA. Algunos valores de Cd disuelto de este periodo fueron superiores a los históricos, reflejando un significativo ingreso reciente de este metal al sistema estuarial.
- El Pb disuelto mostró concentraciones relativamente estables entre sitios de muestreo en tres de las campañas realizadas con valores entre n.d. y 2,67 ppb. En la campaña febrero 2014, se registraron concentraciones superiores al valor de exposición crónica-CCC (NOAA). Al considerarse los valores medios correspondientes a cada sitio, se registraron concentraciones de Pb disuelto detectables, siempre por encima del LDM. Esto debe tenerse en cuenta, y sugiere mantener un monitoreo continuo sobre el sistema acuático receptor.
- Las concentraciones de Cu disuelto mostraron cierta homogeneidad entre sitios y entre campañas con valores desde 0,31 a 5,26 µg/L. Los valores de Cu disuelto (µg/L) en este monitoreo comparado con programas previos muestran una distribución uniforme en el tiempo, con el punto más elevado detectado en la 3ªC, pero que no llegan a alcanzar los valores críticos determinados en el periodo 2010.
- Las concentraciones de Zn disuelto mostraron menor variabilidad durante el periodo de muestreo, con las concentraciones más altas detectadas en 3ªC en las campañas del 2013. El 71% de los resultados para Zn disuelto fueron menores al LDM. Ninguno de los valores obtenidos fue superior a las concentraciones críticas de exposición aguda y crónica dadas por NOAA-EPA. Todas las concentraciones mayores al LDM fueron también superiores al nivel guía (0,2 µg/L) dado por el Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley 24.051.
- Las concentraciones de Cr disuelto variaron según la época del año y según la estación de muestreo, con una tendencia a ser más elevadas en los puntos correspondientes a cPG y 3ªC. El Cr disuelto mostró un aumento significativo respecto a programas de monitoreo previos, en los cuales las concentraciones medias nunca superaron los 4,0 ppb. Esto permite sostener que las fuentes puntuales o difusas de Cr en este ambiente están aumentando significativamente.
- El análisis de Ni disuelto mostró un 83% de los resultados menores al LDM. Ninguno de los valores fueron superiores ni a la concentración máxima aguda ni a la crónica, y tampoco superó el valor guía de calidad de agua para la vida acuática.

- El Fe disuelto presentó una distribución homogénea tanto entre estaciones de muestreo como entre las cuatro campañas realizadas.
- El Hg disuelto en el agua de mar del estuario presentó en las tres primeras campañas una distribución variable entre estaciones de muestreo y campañas con una ligera tendencia a alcanzar valores más altos en M. Las concentraciones de Hg disuelto son similares a las reportadas en programas de monitoreo previos así como por otros autores para la misma zona.

Metales en sedimentos

- Ningún resultado de Cd en sedimento supera las concentraciones por encima de las cuales se estima se pueden producir efectos adversos. Al compararlos con valores obtenidos en anteriores programas de monitoreo se observa una disminución considerable en todos los sitios de muestreo. Por otra parte son también inferiores a los reportados por otros autores para la misma área.
- Los valores medios de Pb en sedimento reflejan la poca variabilidad hallada. Las concentraciones son muy inferiores a los valores guía para sedimentos marinos. Al compararlos con valores obtenidos en programas de monitoreo previos se observa una disminución considerable en todos los sitios de muestreo. Por otra parte son también inferiores a los reportados por otros autores.
- Todas las concentraciones de Cu en sedimento obtenidas son inferiores a los niveles de efecto umbral (TEL) y menores también a PEL (rango de efectos bajos) e ERM (rangos de efectos medios). Pero debe destacarse que la concentración máxima hallada en cPG es de la misma magnitud considerada como valor guía de ERL= 34 ppm (rango de bajos efectos). Si se toma en cuenta los niveles background para sedimentos marinos (10-25 ppm, NOAA SQuiRTs) el 29,16% de los resultados superan el valor de 25 µg/g, y todos son superiores a 10 µg/g. Cuando se comparan los valores de Cu en sedimento actuales con los de programas de monitoreo previos, se observa una ligera tendencia a aumentar.
- Las concentraciones de Zn en sedimento del estuario estuvieron distribuidas homogéneamente entre sitios de muestreo en las campañas de noviembre 2013, febrero y mayo del 2014. Aunque varios valores superaron los niveles background para sedimentos marinos (7-38 ppm, NOAA SQuiRTs), no se detectaron concentraciones superiores a los valores guías. Las concentraciones medias de Zn en sedimento halladas en el presente monitoreo están en el mismo orden de magnitud que reportes de programas previos, e incluso que los de otros autores.
- El Cr en sedimento mostró una distribución homogénea entre los sitios de muestreo y en el tiempo de manera homóloga a lo mencionado previamente para el Zn. De acuerdo a los

niveles guía (NOAA-NS&T y Canadian SQG) para calidad de sedimentos marinos, puede decirse que los 24 valores de cromo obtenidos son inferiores, y los de la primera campaña son más elevados que los considerados como niveles background (7-13 ppm, NOAA SQuiRTs). Respecto a las concentraciones de Cr en sedimento halladas en monitoreos previos, las obtenidas en el presente estudio son del mismo orden de magnitud. Sin embargo vale destacar que los valores medios han vuelto a incrementarse respecto a los informes IADO 2009 y 2010.

- El Ni en sedimento mostró una distribución notablemente homóloga a la correspondiente al Cr, con poca variabilidad en las 3 últimas campañas y las concentraciones más altas en agosto 2013. Las concentraciones obtenidas son todas superiores al nivel background para sedimentos marinos de 9,9 ppm, según NOAA SQuiRTs, e incluso mucho más elevados que los mencionados por la misma fuente como ERL, ERM y PEL, tomando esto una gran relevancia por las consecuencias que podría tener para la biota acuática. Las concentraciones medias actuales de Ni en sedimento son del mismo orden de magnitud que las presentadas en el informe 2010, pero inferiores a las correspondientes de los informes 2006 y 2008.
- Las concentraciones de Hg en sedimento estuvieron siempre por debajo de 0,1 µg/g en todas las estaciones de muestreo y en todo el periodo evaluado 2013-2014. Siete de los 24 resultados obtenidos estuvieron por debajo del LDM.

Los programas de monitoreo previos concuerdan con los valores del presente estudio, los cuales a su vez son inferiores a los obtenidos por Botté et al. (2010), y concuerdan con las tendencias históricas especificadas por De Marco et al. (2006).

La totalidad de los resultados se encuentran en el informe final del IADO 2013-2014 y puede ser consultado en el siguiente sitio web: <http://www.bahiablanca.gov.ar/areas-de-gobierno/medio-ambiente/comite-tecnico-ejecutivo/informes-medioambientales/>.

2. Monitoreos complementarios

Al finalizar los monitoreos del IADO en junio de 2014, según convenio específico, el Comité Técnico Ejecutivo, realizó durante el mes de noviembre de 2014 un muestreo de agua y sedimento del estuario para dar continuidad al objetivo de mantener en el tiempo el sistema de vigilancia de la calidad ambiental del Estuario de Bahía Blanca.

La campaña de muestreo estuvo organizada por el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca y las lanchas empleadas fueron las de la empresa Cintra.

Durante el muestreo se registraron in situ los parámetros fisicoquímicos en agua y se tomaron muestras de agua para la determinación de metales pesados en agua y sedimentos, y de hidrocarburos aromáticos policíclicos solo en sedimentos.

Resultados

Los parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura, conductividad, turbidez y oxígeno disuelto, registrados en el mes de noviembre se mantuvieron dentro de los valores históricos registrados para este ambiente.

Iguales resultados se obtuvieron para los metales en agua, en donde los mismos, en general, se mostraron dentro de los parámetros históricos registrados. Solo la estación (IW), en proximidades del puerto de Ing. White, el cobre registró un valor de 6,6 µg/L que supera la guía de referencia de la NOAA para exposición aguda y crónica (4,8 y 3,1 µg/L respectivamente).

En sedimentos, los valores también se mostraron dentro de los parámetros históricos registrados, incluso dentro de los rangos más bajos detectados en campañas anteriores.

En cuanto a los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH's), la estación (CLO) en cercanías de la descarga cloacal de Bahía Blanca, presentó una ΣPAH's ligeramente mayor a 1000 ppb, con detección de naftaleno, acenaftileno y acenafteno. Estos valores coinciden con los históricos reportados anteriormente y se encuentran dentro de los más bajos registrados.

Sección B: Peces

1. Introducción

En el convenio 2013-2014 firmado con el Instituto Argentino de Oceanografía, se solicitó la implementación de un programa intensivo de peces en sus estadios juveniles, de 4 especies representativas del estuario, en dos sitios del estuario de Bahía Blanca y a lo largo del año.

El objetivo es describir la distribución de frecuencia de talla, composición etaria, alimentación y contenido de metales pesados, hidrocarburos aromáticos polinucleares y organoclorados en músculo e hígado de:

- saraquita (*Ramnogaster arcuata*)
- pescadilla (*Cynoscion guatucupa*)
- corvina rubia (*Micropogonias furnieri*)
- gatuzo (*Mustelus schmitti*)

2. Campañas de Muestreo

Las campañas de muestreo de peces se realizaron con una frecuencia bimestral en dos sitios de muestreo: Puerto Galván (PG) y Canal del Embudo (CE); empleando como arte de pesca la red camaronera. A bordo los ejemplares eran identificados por especie, se les medía su largo total y se separaba la muestra en pools para los diferentes tipos de análisis.

3. Consideraciones Finales

A continuación se presentan las consideraciones finales del muestreo de peces, información extraída del informe final del IADO 2013-2014. La totalidad de los resultados se encuentran en dicho informe el que puede ser consultado en el siguiente sitio web: (<http://www.bahiablanca.gov.ar/areas-de-gobierno/medio-ambiente/comite-tecnico-ejecutivo/informes-medioambientales/>).

Abundancia

El número de ejemplares de peces capturados durante el presente monitoreo comparado con muestreos anteriores, con el mismo número de redes y arte de captura, ha disminuido significativamente. Por ello, para un próximo monitoreo, sería conveniente incrementar el número

de redes con el objeto de poder capturar la cantidad de ejemplares necesarios para las determinaciones propuestas.

La captura representativa de cada una de las especies de peces estudiadas, por sitio de muestreo, ha mostrado algunas variaciones respecto a la distribución temporal esperada. Las que presentaron mayores variaciones fueron, la corvina rubia *Micropogonias furnieri* y la pescadilla de red *Cynoscion guatucupa*. En este monitoreo, las mayores abundancias de éstas mostraron un retraso temporal a lo observado en estudios anteriores. Sardiña y Lopez Cazorla (2005 a y b) capturaron estadios juveniles de estas dos especies en forma abundante desde febrero mientras que en el presente monitoreo fueron registrados en forma significativa a partir de abril.

Dieta

Existen antecedentes de la alimentación de las cuatro especies de peces estudiadas en el presente, que permiten realizar comparaciones de la dieta y observar la existencia o no de variaciones en de cada una de ellas.

- En saraquita, durante el presente monitoreo, el índice de repleción (IR) presentó diferencias entre los sitios de muestreo. En el Canal del Embudo, los mayores valores fueron registrados durante el período octubre-abril mientras que en PG sólo en octubre y abril.

La comparación de la dieta entre los sitios, si bien ésta estuvo compuesta por los mismos ítems presa, se observó una diferencia en la importancia relativa de cada uno de ellos. Las presas más importantes en CE fueron los copépodos, principalmente *Acartia tonsa* y *Paracalanus parvus*, seguidos por el misidáceo *Arthromysis magellanica*. En PG los ítems presa fueron los mismos aunque con una tendencia inversa, donde el misidáceo *Arthromysis magellanica* fue la presa más importante seguida por copépodos.

Con respecto a períodos anteriores, el espectro trófico de la saraquita ha presentado variaciones en ambos sitios. En el Canal del Embudo, ha disminuido el consumo del copépodo *Euterpina acutifrons* y el misidáceo *Neomysis americana*, y ha aumentado la importancia en la dieta del copépodo *Paracalanus parvus* y del sergéstido *Peisos petrunkevitchi*. En PG, si bien la variación mensual del IR coincidió con las registradas en el período septiembre 2005- agosto 2006, la composición de la dieta presentó diferencias. En el presente monitoreo se observó una marcada disminución en el consumo del copépodo *Eurytemora americana* y de *Peisos petrunkevitchi*, mientras que el consumo del misidáceo *Arthromysis magellanica* fue mucho mayor, alcanzando el 90% del IRI.

- En corvina rubia, el IR presentó diferencias entre los sitios de muestreo. En el CE, el mayor valor fue registrado en febrero mientras que en PG en abril.

La comparación de la dieta entre los sitios de muestreo, si bien en ambas el ítem presa de mayor importancia relativa fue *Peisos petrunkevitchi*, se observó diferencia en el resto de los ítems. Las presas que le siguieron en importancia en CE fueron los copépodos *Acartia tonsa* y *Labidocera fluviatilis*. En PG, *Peisos petrunkevitchi* fue la presa de mayor importancia seguido por poliquetos y el misidáceo *Arthromysis magellanica*.

Con respecto a períodos anteriores, el espectro trófico de la corvina rubia ha presentado variaciones. En el CE, si bien *Peisos petrunkevitchi* siguió siendo el ítem presa dominante, no ha consumido el quetognato *Sagitta friderici* y ha disminuido el consumo de poliquetos y de copépodos.

- En pescadilla de red, el IR presentó diferencias entre los sitios de muestreo. En el CE, el mayor valor fue registrado en febrero mientras que en PG en abril.

Si bien la dieta entre sitios presentó diferencia, el ítem presa de mayor importancia relativa en ambos fue *Arthromysis magellanica*. En CE el otro ítem presa que le siguió en importancia fue *Peisos petrunkevitchi* mientras que en PG, este último ítem disminuyó significativamente.

Con respecto a períodos anteriores, el espectro trófico de la pescadilla de red ha presentado variaciones. En el CE, si bien *Peisos petrunkevitchi* siguió siendo el ítem presa dominante, no ha consumido el quetognato *Sagitta friderici* y ha disminuido significativamente el consumo de *Neomysis americana*.

- En gatuzo, debido al bajo número total de ejemplares, no fue posible realizar comparaciones del IR entre sitios de muestreo. Si bien, el cangrejo *Neohelice granulata* fue el ítem presa con mayor importancia relativa en los dos sitios, los restantes ítems presentaron diferencias. En el CE, al cangrejo le siguieron el langostino *Pleoticus muelleri* y el camarón *Artemesia longinaris* mientras que en PG lo fueron poliquetos y *Artemesia longinaris*.

Los antecedentes de la dieta del gatuzo, basados en la frecuencia de ocurrencia de cada ítem presa, y comparados con los resultados obtenidos durante el presente estudio, mostraron una composición similar. Sin embargo, en el monitoreo actual, se registró un aumento en la ocurrencia de peces, *Peisos petrunkevitchy*, *Pleoticus muelleri* y misidáceos, y una disminución de poliquetos.

El resultado del análisis de la dieta de las cuatro especies monitoreadas durante el presente ciclo así como las comparaciones con trabajos anteriores, realizados en el mismo área, evidencian variaciones espaciales e interanuales en la composición específica y/o importancia relativa de las presas consumidas.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)

En todos los casos se hallaron concentraciones detectables de PAHs en sedimentos, con una concentración media para el área en estudio de 203 ppb, con un mínimo de 9,6 ppb y un máximo de 889 ppb. Los compuestos registrados en mayor concentración fueron Fluoranteno, Acenaftileno y Fenantreno, y los más frecuentes Fenantreno > Naftaleno – Acenaftileno – Pireno. Los resultados del análisis de sedimentos evidenciaron la existencia de un nivel dinámico de impacto por PAHs, definido por valores bajos a moderados, los cuales son esperados para el tipo de presión antrópica en la zona. En cuanto a los orígenes de los aportes de PAHs cuantificados, la evaluación de índices diagnósticos para los sedimentos muestreados durante todo el período mostró signos de una impronta pirolítica (quema de combustibles fósiles) en el sistema. Las estaciones cPG y 3°C mostraron alternativamente puntuaciones pirolíticas y petrogénicas, indicando un aporte mixto en cada caso (derrame de combustibles fósiles/petróleo y quema de combustibles).

Los resultados mostraron que el 37% de las muestras de sedimentos excedió al menos un nivel de "rango de efectos bajos" (ERL, Long et al., 1995) correspondiente a compuestos individuales. En ningún caso se excedió el nivel ERL para la sumatoria de PAHs.

Considerando todas las especies y tallas de peces estudiados, la variable Total PAHs (sumatoria de las concentraciones de 17 compuestos analizados) evidenció un valor medio de 153,8 ppb. En términos de frecuencia, las especies analizadas evidenciaron mayoritariamente valores por debajo de las 200 ppb a excepción de la campaña efectuada en diciembre de 2013, cuando se registraron preeminentemente valores por encima de la media y los máximos computados para cada especie. El orden de especies con mayor carga de PAHs fue el siguiente: Gatuzo > Saraquita > Pescadilla > Corvina. De acuerdo al sitio de muestreo (PG y CE), incluyendo las 4 especies analizadas, se hallaron diferencias estadísticamente significativas para las medias de sumatoria de concentraciones de PAHs (variable: Total PAHs, media PG=107,8 ppb; media CE=193,9 ppb). De acuerdo a la fase etárea de los ejemplares, con excepción de la especie Pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*), las especies juveniles evidenciaron mayor acumulación de PAHs que las adultas. En lo concerniente a la presencia de los 17 compuestos poliaromáticos en tejido de peces y excluyendo consideraciones de tipo sinérgicas con otros contaminantes, de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que no representan un riesgo carcinogénico inmediato a la salud humana.

Compuestos Organoclorados

Los valores de OCs determinados en los tejidos de las cuatro especies estudiadas durante este período demuestran que el nivel de OCs en el estuario es muy bajo, y prácticamente no hay

acumulación de estos compuestos en los peces analizados. Por el mismo motivo no hay diferencias significativas entre ejemplares de ambos sitios muestreados. En los casos en que los valores fueron detectables, siempre resultaron muy bajos y estuvieron muy lejos de los considerados críticos en ambientes de este tipo.

Sólo deben ser destacados dos casos (en ambos fueron corvinas adultas) que presentaron concentraciones más altas y de compuestos de alta toxicidad: DDD y DDE. Los resultados obtenidos en el presente período de estudio permiten sostener que este estuario no recibe impactos críticos de compuestos organoclorados.

Metales en Tejido

- Al analizar las muestras de "saraquita" (*Ramnogaster arcuata*) de la zona de PG se observó que todos los metales (excepto el Cd y Zn) mostraron concentraciones entre menores al límite de detección del método analítico (LDM) y máximos iguales a ($\mu\text{g/g}$ peso húmedo) Pb: 0,01; Cu: 1,139; Cr: 0,419; Ni: 0,194 y Hg: 0,066. En los casos particulares del Cd se obtuvieron siempre valores inferiores al LDM; y en el del Zn, siempre valores detectables con un rango comprendido entre 1,34-12,61 ($\mu\text{g/g}$). Ninguno de los valores fue mayor a los estándares de calidad internacionalmente recomendados. Por su parte, en los ejemplares de la misma especie capturados en el CE se observó que el Pb siempre dio concentraciones menores al LDM; el Cd solo dio un vez un valor mayor al LDM (0,015 $\mu\text{g/g}$). Cu, Cr, Ni, Hg variaron entre menores al LDM y máximos de 0,852; 0,277; 0,16 y 0,088 $\mu\text{g/g}$ respectivamente. El Zn nunca dio valores inferiores al LDM, con concentraciones entre 2,23-18,04 $\mu\text{g/g}$. Todos los valores fueron inferiores a los recomendados como valores máximos por diferentes estándares nacionales e internacionales.
- Con respecto a las muestras de "corvina rubia" (*Microponias furnieri*) de Puerto Galván, los valores de Cd siempre fueron menores al LDM; el Pb sólo dio detectable en muestras de una única campaña (0,034 $\mu\text{g/g}$) y en el resto siempre n.d. Los restantes metales mostraron valores entre menores al LDM y máximos iguales a: Cu: 0,651; Cr: 0,35; Ni: 0,162 y Hg: 0,062 $\mu\text{g/g}$. Todos los valores de Zn fueron superiores al LDM, con un rango de concentraciones entre 1,77 $\mu\text{g/g}$ y 11,47 $\mu\text{g/g}$. En los ejemplares de la misma especie capturados en el CE se observó que dieron valores n.d. para Pb, y sólo un valor mayor al LDM para Cd (0,16 $\mu\text{g/g}$). Cu, Ni, Hg variaron entre menores al LDM y máximos de 0,882; 0,151 y 0,05 $\mu\text{g/g}$ respectivamente. Cr y Zn dieron valores detectables en todos los casos analizados, con concentraciones entre 0,109-0,689 y 4,40-16,71 $\mu\text{g/g}$, respectivamente.
- El análisis de las muestras de "pescadilla" (*Cynoscion guatucupa*) de la zona de PG mostró valores de Cd y el Pb menores al LDM; para Cu, Cr, Ni y Hg se obtuvieron valores entre n.d. y

máximos de 0,498; 0,475; 0,029 y 0,145 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. El Zn varió en un rango de concentraciones mayores al LDM para todas las clases, entre 0,774 y 5,32 $\mu\text{g/g}$. En las muestras de "pescadilla" del CE el único metal que dio en todos los casos valores menores al límite de detección de la metodología fue el Pb; el Cd varió entre n.d y 0,02 $\mu\text{g/g}$; el Cu entre n.d. y 1,972 $\mu\text{g/g}$; el Cr entre n.d. y 0,764 $\mu\text{g/g}$, el Ni entre n.d. y 0,081 $\mu\text{g/g}$, y el Hg entre n.d. y 0,301 $\mu\text{g/g}$. Todos los valores de Zn fueron superiores a LDM y variaron en un rango comprendido entre 0,94 y 10,39 $\mu\text{g/g}$. Los valores determinados fueron inferiores a los recomendados como valores máximos por diferentes estándares nacionales e internacionales.

- Por último, al analizar las muestras de "gatuzo" (*Mustelus schmitti*) de PG el Cd y el Pb dieron en todos los casos valores menores al LDM. En el caso del Hg (0,084 $\mu\text{g/g}$) sólo pudo analizarse 1 pool de la Clase III (400-450mm) ya que en el resto de las ocasiones o bien no hubo captura o el material fue insuficiente para a técnica analítica adecuada. El Zn varió en un rango entre 1,525 y 4,043 $\mu\text{g/g}$, muy por debajo de los límites máximos de tolerancia permitidos según estándares nacionales e internacionales. Para los metales Cu, Cr, Ni se obtuvieron variaciones entre n.d. y máximos iguales a 0,195, 0,322, 0,078 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Las muestras de "gatuzo" del CE mostraron valores de Cd y Pb menores al LDM. El Cu varió entre n.d. y 0,993 $\mu\text{g/g}$, el Cr entre n.d. y 0,658 $\mu\text{g/g}$, y el Ni entre n.d. y 0,658 $\mu\text{g/g}$. El Hg en los pools analizados siempre fue mayor al LDM con un rango de concentraciones de 0,031 a 0,313 $\mu\text{g/g}$. Los valores de Zn variaron entre 3,154 a 1,630 $\mu\text{g/g}$. Algunas de las concentraciones determinadas (por ej., valores de Hg) en músculo se aproximan y en hígado superan los estándares internacionalmente recomendados para consumo humano.

Sección C: Organismos Bentónicos

1. Bentos

Las especies de invertebrados bentónicos (bentos) son aquellas asociadas íntimamente con el fondo o sustrato del cuerpo de agua.

La zona submareal que está por debajo de la línea de marea, se caracteriza por presentar casi exclusivamente sustratos blandos, sobre un lecho rocoso, de características variables desde la boca hasta la cabecera del estuario. Allí se encuentran especies de hábitat superficial e infaunal (que viven dentro del sustrato).

Por otro lado el intermareal es la zona que queda al descubierto con la bajamar. En el estuario de Bahía Blanca, el intermareal se caracteriza por presentar principalmente sedimentos blandos, además se encuentran estructuras artificiales (duros) que sirven de sustrato para otras especies bentónicas, como ser los muelles.

La información científica sobre las comunidades de invertebrados bentónicos del estuario de Bahía Blanca es escasa y está desactualizada (Elías 1985, 1992; Elías y Bremec 1986; Bremec 1989, 1990) por lo que el objetivo de este monitoreo es actualizar el inventario de especies que componen estas comunidades y buscar especies que puedan ser utilizadas como bioindicadores.

1.1. Muestreo

En el marco del convenio realizado en conjunto por el IADO y el CTE, se realizaron dos muestreos estacionales, uno en invierno y otro en primavera de 2013. En cada uno, se efectuaron dos campañas, una de la comunidad bentónica intermareal adherida a muelles (sustratos duros) y otra submareal de sustratos blandos del fondo del Canal Principal de Navegación del estuario de Bahía Blanca.

1.1.1. Estaciones de Muestreo

Las estaciones de muestreo de bentos se ubican en:

Estaciones de muestreo del Canal Principal de Navegación (sustrato blando)			
Estación		Latitud Sur	Longitud Oeste
A	Villa del mar	38° 52'	62° 11'
B	Boya 28-29	38° 51'	62° 12'
C	Cloaca Principal	38° 49'	62° 12'

D	Galván- Canal de descarga del polo	38° 46'	62° 19'
E	Maldonado- Club A. Brown	38° 45'	62° 20'
F	Puerto Cuatrerros	38° 45'	62° 23'

Estaciones de muestreo de las incrustaciones de los Muelles (sustrato duro)			
	Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste
G	Ing White (Club Náutico BB)	38° 47'	62° 16'
H	Gral Daniel Cerri (Puerto Cuatrerros)	38° 45'	62° 22'

A continuación se muestran en un mapa las estaciones de muestreo:



- Mapa del estuario de Bahía Blanca, indicando las estaciones de muestreo de Bentos. En naranja las estaciones del muestreo en sustrato blando, en celeste de sustrato duro.

1.1.2. Campañas, Toma, Procesamiento y Análisis de Muestras

Informado en el PIM 2013

1.2. Resultados

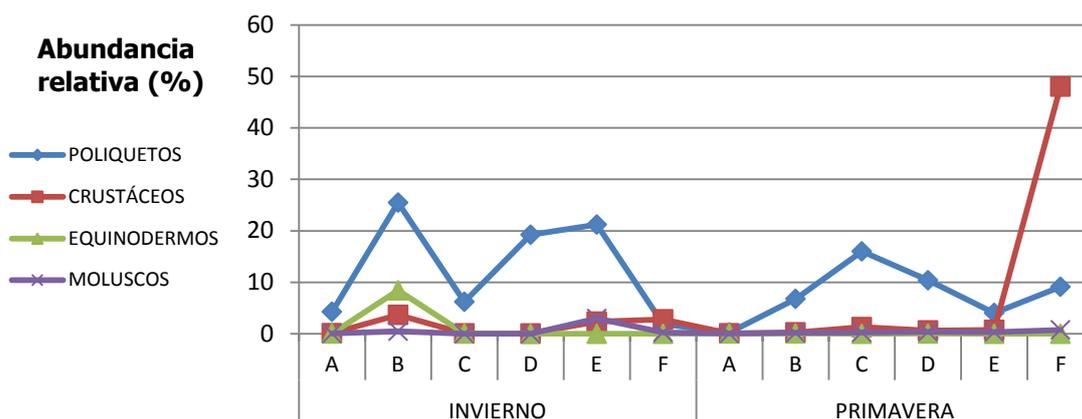
En el PIM 2013 se presentaron los resultados preliminares de la comunidad macrobentónica de sustratos duros (ambas campañas) y blandos (campaña de invierno), informados hasta entonces por el IADO, en sus informes parciales.

La totalidad de los resultados se encuentran en el Informe Final del IADO 2013-2014. En el presente informe se resumen los principales resultados biológicos del muestreo de sustrato blando realizado a la comunidad macrobentónica submareal asociada al Canal Principal de Navegación del estuario de Bahía Blanca durante invierno y primavera de 2013. La composición taxonómica de la comunidad macrobentónica hallada en cada estación de muestreo en ambas campañas se grafica en la Figura 1 del ANEXO-Estuario de Bahía Blanca, página 43 y 44. En la siguiente tabla se presentan los valores de abundancia (número de individuos), riqueza (número de especies) y densidad (número de individuos por draga) para cada sitio de muestreo y estación del año.

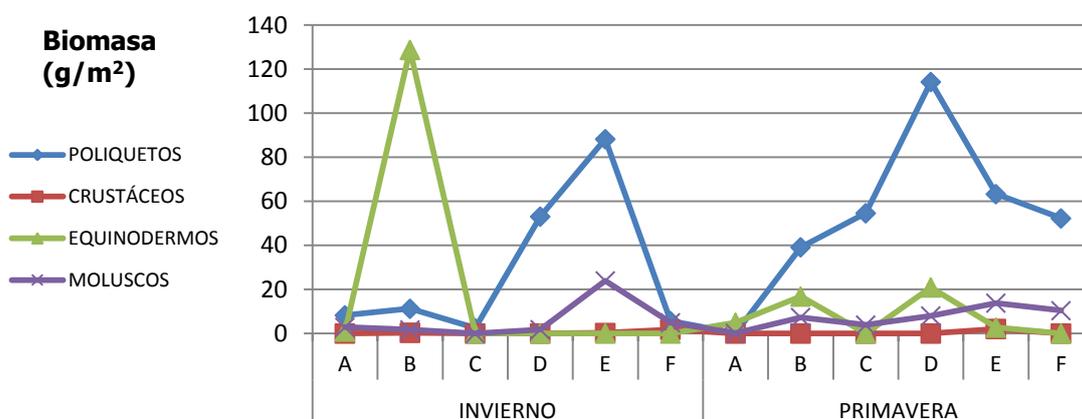
Sustrato Blando 2013	INVIERNO						PRIMAVERA					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Abundancia	81	1016	84	344	473	88	20	315	760	498	222	2502
Riqueza	11	22	9	12	21	9	6	17	18	22	17	14
Densidad	40±47	339±156	42±4	172±197	236±40	44±10	10±3	157±16	380±47	249±82	111±28	1251±85

Se contabilizaron un total de 2086 organismos (41 taxa) en invierno y 4317 (43 taxa) en primavera. En ambas estaciones los poliquetos fueron el grupo taxonómico con mayor riqueza de especies seguidos por los crustáceos y moluscos. En particular, se destaca la estación F donde se registró una densidad promedio de 994 individuos/draga de un crustáceo perteneciente a la familia Idoteidae, la mayoría de los cuales eran juveniles de pequeño tamaño.

A continuación se grafica abundancia relativa de los grupos taxonómicos de la comunidad macrobentónica asociada al Canal Principal de Navegación del estuario de Bahía Blanca. Se excluyen los taxa que representan menos del 1%.



También son los poliquetos los organismos que más contribuyen a la biomasa total de la comunidad, por su abundancia, y los equinodermos por su gran biomasa individual (pocos ejemplares de ofiuras, que se encontraron principalmente en la estación B). A continuación se grafica la biomasa relativa de los grupos taxonómicos más abundantes de la comunidad macrobentónica asociada al Canal Principal de Navegación del estuario de Bahía Blanca.



1.3. Conclusiones

Las comunidades incrustantes asociadas a la zona portuaria del estuario de Bahía Blanca, presentan una marcada estratificación vertical, evidenciándose una mayor riqueza, diversidad y equitatividad en el nivel inferior. Estas comunidades tienen baja riqueza específica y están dominadas por especies exóticas, representadas principalmente por el cirripedio *Balanus glandula*. Las asociaciones de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del Canal Principal de Navegación del estuario de Bahía Blanca, presentan una alta diversidad de poliquetos seguida por una diversidad intermedia de crustáceos y moluscos. En términos generales, hay una mayor predominancia de crustáceos en la zona interna del estuario y de equinodermos en la zona externa.

2. Ostras

Los moluscos bivalvos son organismos filtradores y se alimentan de organismos planctónicos, bacterias, protozoos, una gran variedad de fitoplancton y materia orgánica e inorgánica. Por estos motivos pueden constituirse en bioacumuladores de sustancias tóxicas, como metales, agroquímicos, hidrocarburos, fitotoxinas, bacterias y virus potencialmente peligrosos para el hombre. Aunque la bioacumulación de microorganismos es pasiva (virus y bacterias no se multiplican en el interior del organismo) y muchas veces inocua para los moluscos, los microorganismos se pueden acumular en diferentes órganos y tejidos del bivalvo donde permanecen estables durante largos períodos de tiempo. Muchos moluscos son consumidos crudos o poco cocidos y en consecuencia los microorganismos pueden llegar viables a los consumidores siendo capaces de producir enfermedad.

La ostra del Pacífico, *Crassostrea gigas* nativa de Japón, Corea, China y Rusia ha sido introducida en muchos ecosistemas costeros del mundo con fines de cultivo debido a su rápido crecimiento y su tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales. Este molusco genera más del 90% de la producción mundial de ostras (FAO, 2010), por lo cual el cultivo comercial se ha convertido en su principal vía de dispersión. En Argentina es una especie exótica, en 1981 fue introducida en Bahía Anegada (Provincia Buenos Aires) con fines de acuicultura atendiendo el mercado interno sustituyendo las importaciones, desde donde se ha expandido. En 2010, Dos Santos y Fiori, reportan por primera vez la presencia de *C. gigas* en el estuario de Bahía Blanca a partir de entonces se la ha hallado fortuitamente en la zona, donde hoy se la encuentra en bajo número, pero ampliamente distribuida en casi cualquier sustrato duro sumergido.

Los organismos reguladores de la calidad de los alimentos establecen valores límites de metales pesados y microorganismos presentes en moluscos que aseguran la calidad para su consumo. Entre los microorganismos se detecta la presencia del principal indicador de contaminación, *Escherichia coli*, y de patógenos como *Salmonella* spp. y *Vibrio* spp. El género *Vibrio* está constituido por bacterias Gram-negativas que forman parte de la microbiota natural de los estuarios y zonas costeras de todo el mundo y han sido aislados de aguas, sedimentos y una gran variedad de pescados y mariscos. Varias especies de vibrios son capaces de causar patologías en humanos (*Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* y *V. alginolyticus*).

En Argentina, SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Animal de Argentina) establece en el Decreto 4238/68 (cap. XXIII) que los moluscos para consumo humano, deben contener menos de 300 coliformes fecales o menos de 230 *E. coli* por cada 100grs de carne y líquido intervalvar, para ser comercializadas directamente. Si bien la normativa para el consumo interno no exige la búsqueda

de *Vibrio*, la FDA y la EPA marca niveles seguros en regulaciones y guías, así como varios mercados extranjeros (MINCETUR, 2010) establecen como requisito para la importación de los moluscos bivalvos, la ausencia de ciertas especies del género. Allí mismo SENASA fija como límite de Cadmio, Plomo y Mercurio la concentración en tejido de ostra de 1, 1, y 0,5 ppm respectivamente. Mientras que el Código Alimentario Argentino (Capítulo III, art 156) fija como límites para moluscos bivalvos: Cadmio: 2 ppm, Cobre: 10 ppm, Mercurio: 0,5 ppm, Plomo: 1,5 ppm, Zinc: 100 ppm.

El objetivo es continuar el estudio para evaluar el uso de la ostra *Crassostrea gigas*, como biomonitor del estuario de Bahía Blanca: Para ello además de analizar el contenido de metales en tejido blando, se adicionó la determinación de microorganismos críticos en muestras del estuario.

2.1. Muestreo

Se realizó un muestreo, en primavera en los dos sitios del muestreo definidos en el 2013.

2.1.1. Estaciones de Muestreo

Las estaciones de muestreo se ubican en:

Estaciones de muestreo de las ostras incrustadas en los Muelles			
	Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste
G	Ing. White (Club Náutico BB)	38° 47'	62° 16'
H	Gral. Cerri (Puerto Cuatros)	38° 45'	62° 22'

A continuación se muestran en un mapa las estaciones de muestreo:



- Mapa del Estuario de Bahía Blanca, indicando las estaciones de muestreo de ostras

2.1.2. Toma y Procesamiento de Muestras

Los muestreos se realizaron por personal del Comité Técnico Ejecutivo y de la asignatura de microbiología de la UNS. Se tomaron muestras manualmente de individuos que colonizan el nivel inferior del intermareal y el sedimento asociado a ellos.

Las muestras destinadas a determinación de metales se colectaron y guardaron con elementos plásticos y se transportaron refrigeradas hasta el laboratorio del CTE. Allí se midieron las ostras (alto y largo), se separó el material blando de las valvas, se formaron pooles de ostras los que se pesaron y acondicionaron junto al sedimento hasta su derivación.

Para realizar los análisis microbiológicos se colectaron muestras de agua de mar subsuperficial en frascos plásticos estériles y de ostras en bolsas de nylon estériles, que se transportaron refrigeradas hasta el laboratorio de microbiología de la UNS. El tiempo transcurrido entre la recolección y el análisis bacteriológico no excedió las 6 horas, para evitar modificaciones importantes en el número y proporción de microorganismos.

2.2. Análisis Realizados

2.2.1. Metales

Las muestras de ostras y sedimento, fueron derivadas al Laboratorio de Análisis Químico (LANAQUI)-CERZOS/UNS para la determinación de metales pesados en el tejido blando de las

ostras y en el sedimento. El tratamiento de las muestras y las determinaciones se realizaron bajo norma EPA SW-3052, 200.7, SM 3500 y JIS K 0094. Se utilizaron estándares certificados Chem-Lab, Zedelgem B-8210, Bélgica. Los metales a determinar fueron: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni y Zn. Los resultados se compararon con los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, según el Código Alimentario Argentino (CAA) y la Food and Drugs Administration (FDA), en los casos que no están normados por CAA.

2.2.2. Microbiológicos

- ***Escherichia coli***

Agua:

Determinación por recuento en placa en el medio de cultivo agar Endo previa recuperación de las bacterias estresadas en agar PCA (plate count agar). La incubación fue durante 48 hs a 44,5° C. Los resultados se expresaron como UFC/100 ml de muestra de agua.

Bivalvos:

Preparación de las muestras, se utilizó la metodología recomendada por la ICMSF¹. Se homogeneizaron 30 grs de carne de molusco y se le adicionó 120 ml de agua peptonada alcalina (APA) para obtener una dilución de 10⁻¹.

Determinación por recuento en placa en el medio de cultivo agar Endo previa recuperación de las bacterias estresadas en agar PCA. La incubación fue durante 48 hs a 44,5 °C. Los resultados se expresaron como UFC/100 grs de muestra de ostra.

- ***Vibrio spp***

Agua:

Se sembraron alícuotas de las muestras de agua en dos erlenmeyers con APA. Se incubaron a 37 y 42 °C, a fin de favorecer el desarrollo de una mayor variedad de especies. La incubación se realizó durante 6 a 8 hs. Luego se sembraron en agar TCBS (tiosulfato – citrato – sales biliares – sacarosa) y CHROMagar *Vibrio* (Microbiología, Francia), se incubaron durante 18 ± 1 hs a 37 °C. Las colonias crecidas se re-aislaron en medio no selectivo adicionado con 3% NaCl. Se hicieron las siguientes pruebas bioquímicas: citocromo oxidasa, crecimiento en diferentes concentraciones de NaCl: 0%, 6%, 8% y 10% y TSI.

¹International Commission On Microbiological Specifications For Food (ICMSF). 1982. Microorganisms in Food. The International Commission on Microbiological Specifications for Food of the International Association of Microbiological Societies University of Toronto Press, Toronto. 228 pp.

Bivalvos:

Se efectuaron aislamientos a partir de alícuotas del homogeneizado, preparado según describió para *E. coli*, en el medio de cultivo TCBS. Se seleccionaron colonias típicas y se procedió a la caracterización bioquímica de las distintas cepas aisladas con las mismas pruebas mencionadas para agua.

2.3. Resultados

Se presentan los resultados correspondientes a datos biométricos de las ostras, microbiológicos y contenido de metales en tejido blando de ostras, agua y sedimentos.

Para generar una base de datos de las ostras que se asientan en el estuario de Bahía Blanca, se toman las medidas y el peso de los individuos muestreados. Los datos biométricos de las ostras colectadas en cada lugar son:

Lugar	Número de individuos/pool	Peso promedio/individuo de tejido blando fresco (grs)	Relación promedio Alto/Largo
G (Ing. White)	12	7,1	1,1
H (Cuatros)	8	7,8	1

2.3.1. Metales

- **Ostras**

Se determinaron los niveles de metales en los pools de ostras obteniendo los siguientes resultados expresados en ppm de peso húmedo:

Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
G (Ing. White)	0,45	0,045	45	0,019	0,065	0,044	245
H (Cuatros)	0,42	0,064	47	0,022	0,06	0,047	208
CAA	2	-	10	0,5	-	1,5	100
SENASA	1	-	-	0,5	-	1	-

Los resultados de metales pesados obtenidos en las ostras del estuario de Bahía Blanca, se comparan con los niveles límites nacionales. Puede decirse que los valores de Cd, Hg y Pb se encuentran por debajo del nivel límite apto para el consumo según CAA y el SENASA. Mientras que el Cu y el Zn presentan valores que superan los indicados en el CAA para alimentos generales art.

156 Res. 1546/95; estos dos metales no fueron considerados en la modificatoria de la Res. Nº 12/11 del MERCOSUR 2012.

• Sedimentos

Se determinaron los niveles de metales en los sedimentos de ambas estaciones de muestreo.

Al no existir normas o niveles guía de referencia a nivel Nacional ni Provincial para sedimentos, y a efectos de hacer comparaciones aproximadas, se utilizan los indicadores de referencia establecidos por la NOAA (SQuiRTs)² para sedimentos marinos.

A continuación se tabulan los resultados expresados en ppm de peso seco:

Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
G (Ing. White)	0,51	4,6	13	0,039	8,5	3,5	27
H (Cuatros)	0,29	2,1	8	0,022	4,9	2,8	10

Valores promedio correspondientes a 5 réplicas independientes (desvío estándar < 3,5%)

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Promedio Histórico del Estuario (PIM 2012)	0,73 - 0,87	6,9 - 10,0	8,5 - 15,4	0,04 - 0,06	8,9 - 12,2	8,5 y 15,4	36,3 y 48,3
TEL	0,676	52,3	18,7	0,13	15,9	30,24	124
ERL	1,2	81	34	0,15	20,9	46,7	150

En las 2 estaciones de monitoreo, durante la campaña de muestreo se registraron concentraciones detectables de todos los metales determinados en sedimentos.

Es de destacar, que todos los demás metales se encontraron en menor concentración en la estación H (Puerto Cuatros) con respecto a la estación G (Ing. White).

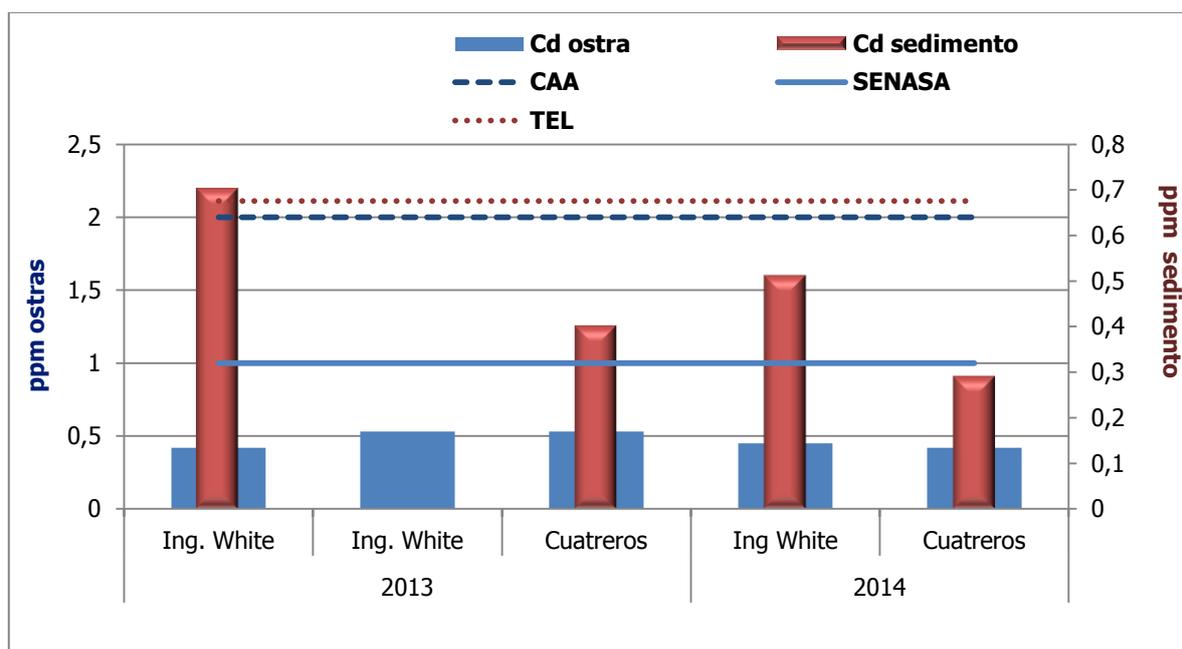
Los valores promedios detectados en el sedimento de este muestreo fueron menores a valores promedios históricos para la concentración de todos los metales determinados en sedimento del estuario (PIM, 2012).

En ninguna oportunidad se superó el nivel de protección de la vida acuática más exigente "threshold effects level" (TEL), propuesto por la NOAA.

A continuación se presentan en gráficos los resultados de cada metal estudiado en ostras y sedimentos:

²Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR&R Report 08-1 Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Atmospheric and Oceanic Administration: 34 pages.

Cadmio



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

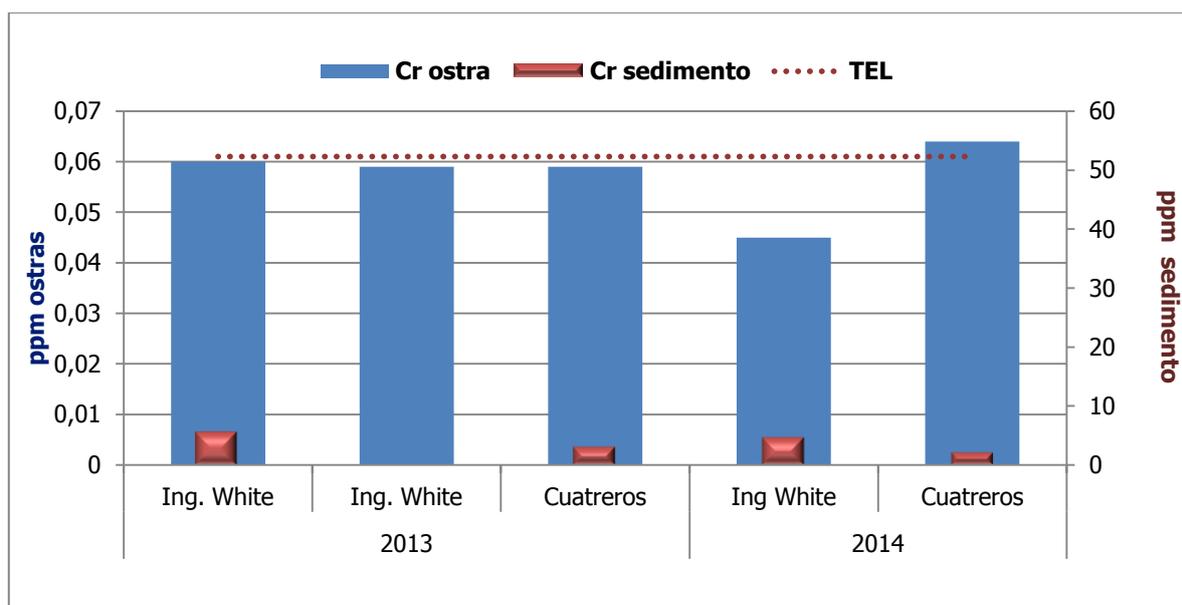
Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco (escala en eje secundario).

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

SENASA: Nivel máximo de contaminación aceptado para zonas de producción de moluscos bivalvos cuya extracción es para consumo humano directo.

TEL (Threshold Effect Level): umbral de no efecto adverso, para sedimento.

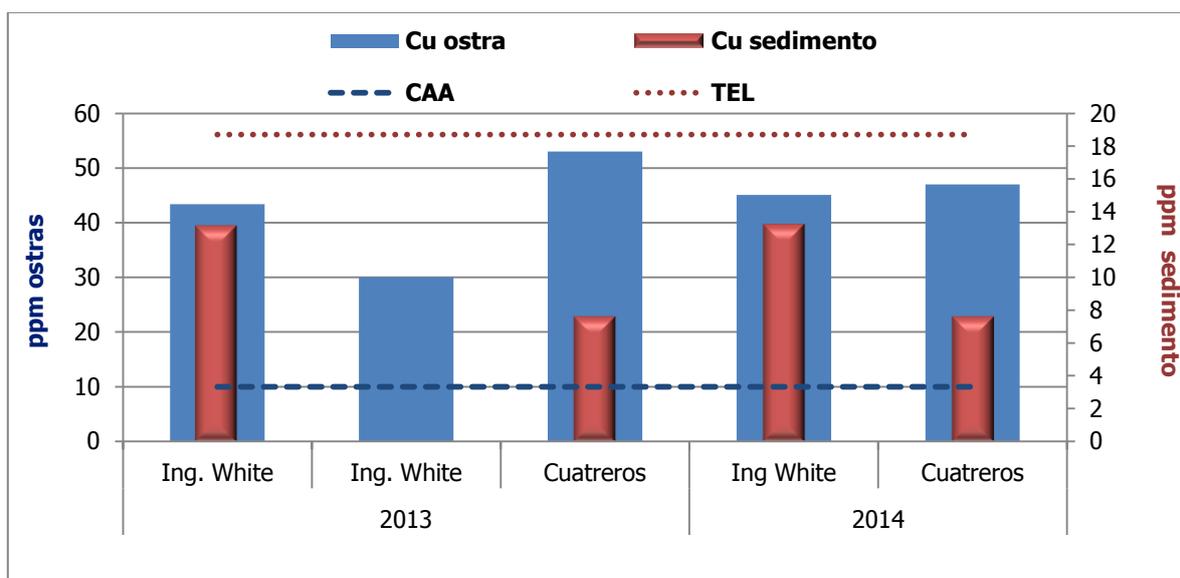
Cromo



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco (escala en eje secundario).

Cobre



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

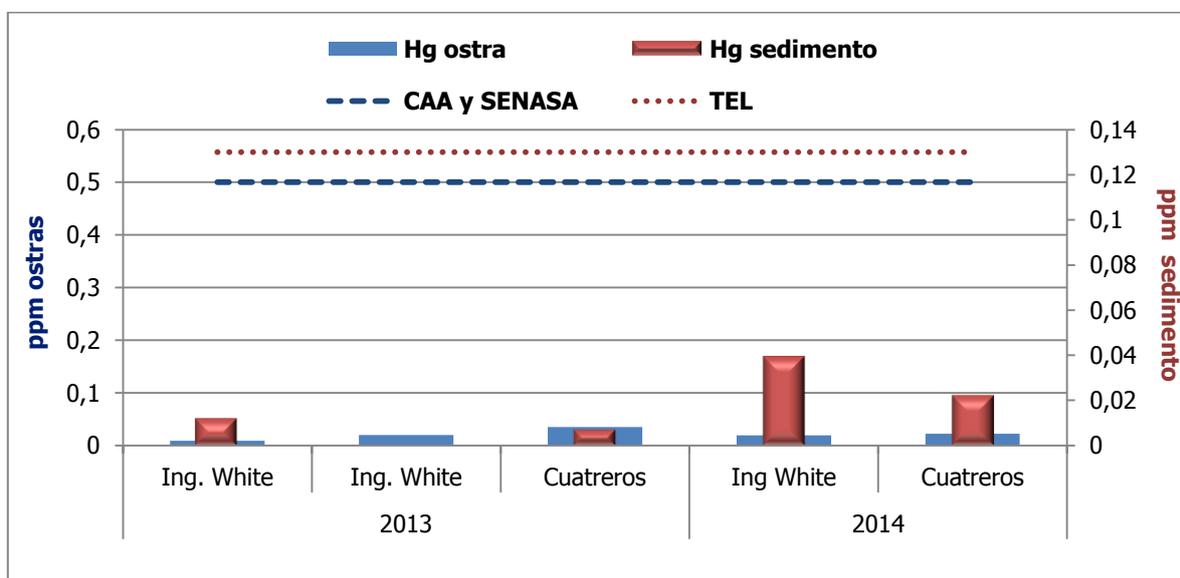
Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco (escala en eje secundario).

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

TEL (Threshold Effect Level): umbral de no efecto adverso.

ERL (EffectsRange-Low): límite del rango de efecto adverso raro.

Mercurio



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

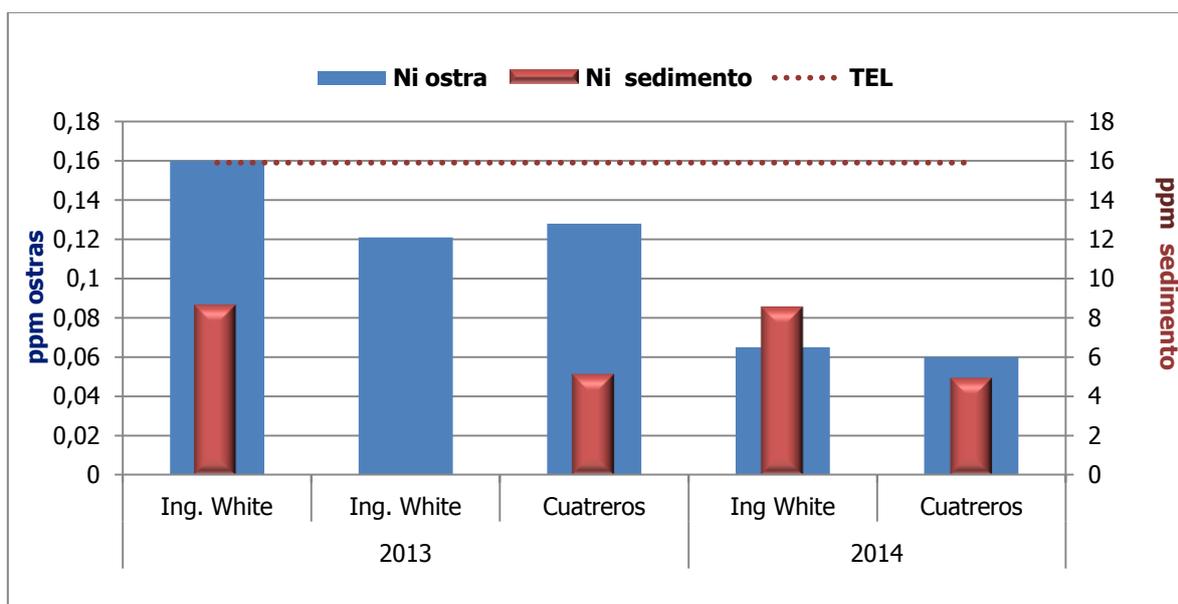
Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco (escala en eje secundario).

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

SENASA: Nivel máximo de contaminación aceptado para zonas de producción de moluscos bivalvos cuya extracción es para consumo humano directo.

TEL (Threshold Effect Level): umbral de no efecto adverso.

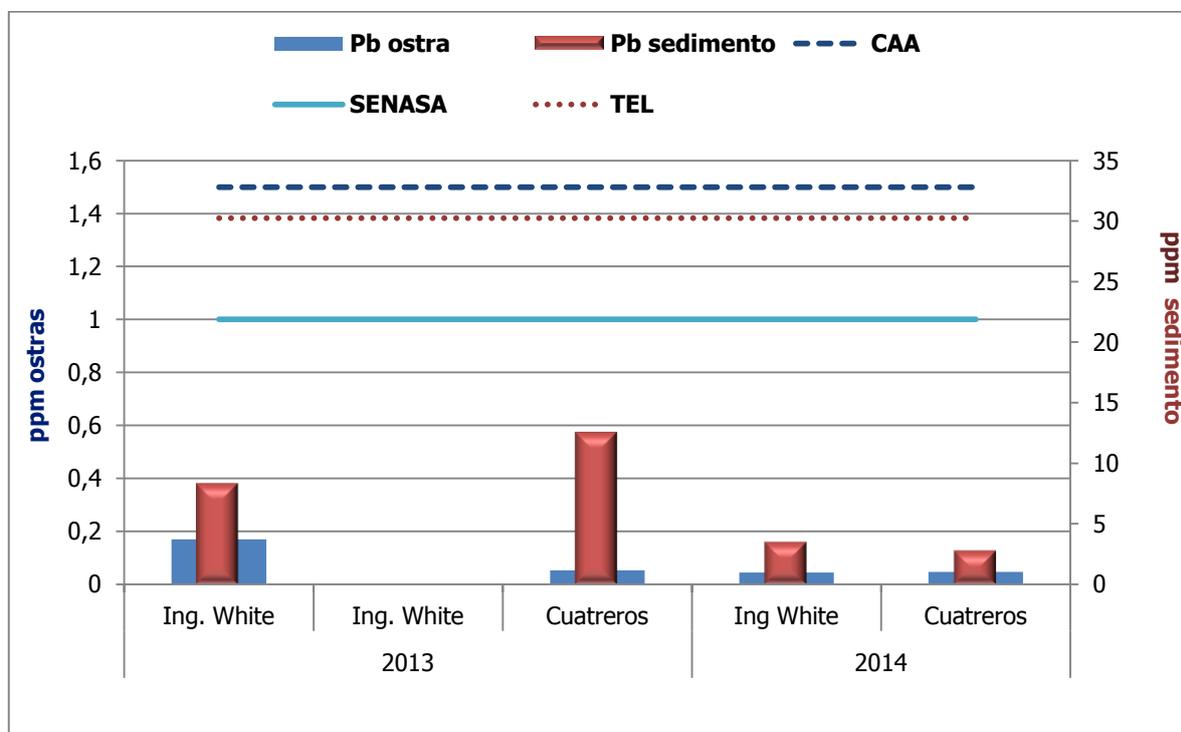
Níquel



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco (escala en eje secundario).

Plomo

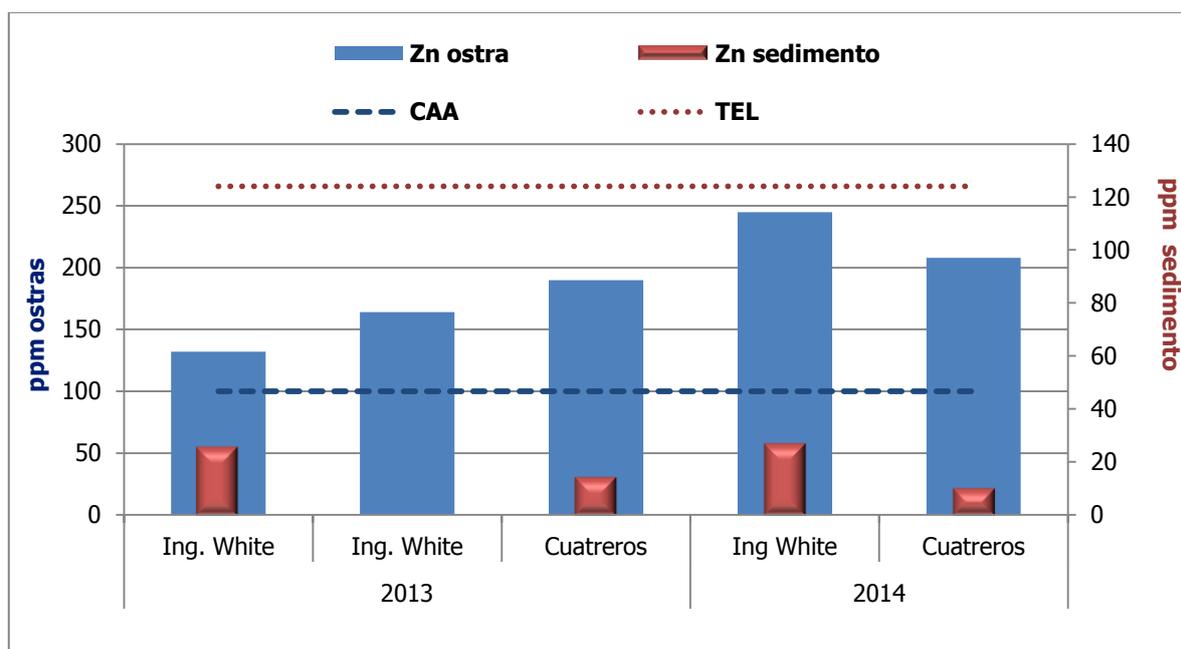


Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco (escala en eje secundario).

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

Zinc



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco (escala en eje secundario).

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

TEL (Threshold Effect Level): umbral de no efecto adverso.

ERL (Effects Range-Low): límite del rango de efecto adverso raro.

- **Comparación de las concentraciones de metales en tejido blando de ostras del estuario de Bahía Blanca con las publicadas para otros lugares del mundo.**

Para poder comparar las concentraciones detectadas de metales pesados en tejido blando de ostras, se realizó una búsqueda bibliográfica, respecto de las informadas en otros lugares del mundo, para tomar como referencia a otros estuarios y/o ambientes similares al de nuestro estudio.

En la tabla 1 del ANEXO-Estuario de Bahía Blanca, página 45, se detallan los resultados de algunas de las publicaciones seleccionadas para este análisis comparativo. Al final se puntualiza un promedio mundial para cada metal y los valores aproximados propuestos por Cantillo³ como indicadores de contaminación en ostras, en un informe de la NOAA (1997) realizado con la base de datos del programa de seguimiento mundial de mejillones, que incluye a las ostras. Debido al origen de estos valores umbrales de contaminación, su uso es útil cuando se los quieren comparar

³Cantillo A.Y., (1997) World Mussel Watch database. U.S. Dept. de Comercio, NOAA, Coastal Monitoring and Bioeffects Assessment Division. NOAA technical memorandum NOS ORCA 109, 198pp.

con monitoreos globales. A pesar de ello, para sondear nuestros resultados, los utilizaremos, ya que no existen datos locales ni zonales al respecto.

Del análisis surgen las mismas consideraciones que ya se vislumbraban en el PIM 2013:

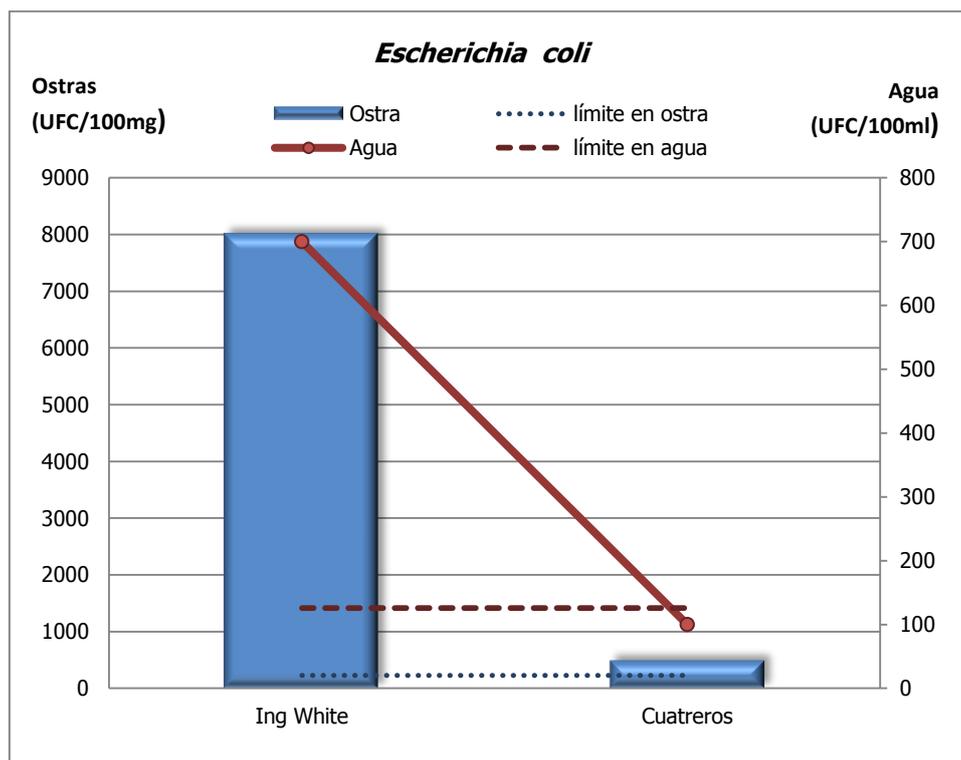
- Las concentraciones de Cu y Zn detectados en las ostras del estuario de Bahía Blanca no superan los umbrales de contaminación propuestos por Cantillo para la NOAA.
- La concentración de Cu y Zn están por encima del promedio mundial para ostras. Esto se entiende parcialmente debido a la biología de esta especie que es acumuladora natural de estos metales que le resultan fisiológicamente esenciales. El factor de acumulación es variable entre las especies a pesar de ser una tendencia general de las ostras. El promedio mundial se calcula con los datos registrados mundialmente y cargados en dicha base de datos, la misma cuenta con gran cantidad de registros de Estados Unidos para otra especie de ostra.
- En otros lugares del mundo, el resto de los metales son superados, y en algunos casos hasta muy ampliamente (ver valores resaltados de la tabla 1 del ANEXO-Estuario de Bahía Blanca, página 45).
- La concentración de Cd, Cr, Hg, Ni y Pb en el tejido blando de las ostras muestreadas siempre estuvo por debajo del promedio mundial para ostras.

Como ya se ha dicho en el PIM 2013, es oportuno aclarar que la concentración de un metal no puede descontextualizarse a la hora de evaluar si dicho nivel indica contaminación, ya que las condiciones naturales locales van influir en los niveles base propios y característicos de una comunidad en particular.

2.3.2. Microbiología

Este es el primer muestreo en el que se hace análisis bacteriológico a las ostras y el agua que las baña.

Los recuentos del indicador de contaminación fecal *Escherichia coli* en muestras de agua de Puerto Cuatrerros y del Club Náutico de Ing. White y en el tejido blando de las ostras extraídas en las mismas estaciones, se resume en el siguiente gráfico:



El recuento de *E. coli* en el tejido de las ostras, en ambos sitios de muestreo, supera lo establecido por el SENASA (230 *E. coli.* /100 grs de ostra) por lo cual no serían aptas para comercializarse directamente. Del análisis de los datos se evidencia la acumulación de estos microorganismos en las ostras ya que en estas últimas los recuentos bacterianos, superan entre cinco (Cuatros) y diez veces (Ing. White) los valores registrados en el agua circundante.

Se detectaron especies del género *Vibrio* en los pools homogeneizados de ambos sitios, si bien se desconoce si son portadores de genes de toxicidad.

2.4. Conclusiones

Las concentraciones de metales en las ostras del estuario de Bahía Blanca continúan sin superar los umbrales de contaminación propuestos por Cantillo (1997) para la NOAA.

La concentración de Cd, Cr, Hg, Ni y Pb en el tejido blando de las ostras muestreadas siempre estuvo por debajo del promedio mundial para ostras y de los límites establecidos por la legislación nacional e internacional para consumo humano.

La concentración de Cu y Zn en el tejido blando de las ostras analizadas estuvieron por encima del promedio mundial para ostras y superan los límites establecidos para consumo humano, según el CAA, es por ello que se procede a elevar esta información a las Autoridades competentes para conocimiento como sucedió el año pasado. Es oportuno aclarar que otras legislaciones que fijan límites de metales para la extracción, comercialización y consumo, como sería de Comunidad



Europea, Mercosur, SENASA, etc, no contemplan al Cu ni al Zn en sus últimas actualizaciones, (probablemente debido a que estos metales son esenciales para las ostras) pero sí hacen foco y son cada vez en forma más exigente, con el Cd, Hg, Pb y As.

Por su lado, los análisis microbiológicos concluyen en que los recuentos de *E. coli* en el tejido de las ostras de ambos sitios muestreados en el estuario de Bahía Blanca, superan el límite establecido por el SENASA por lo cual no serían aptas para su directa comercialización. Asimismo se detectaron especies del género *Vibrio* en ambos sitios, desconociéndose si son portadoras de genes de toxicidad.

Sección D: Microbiología

La presente sección tiene por objetivo determinar la distribución espacio-temporal de distintos grupos de bacterias utilizadas como indicadores de contaminación antrópica, en aguas y sedimentos de seis sitios del estuario de Bahía Blanca.

1. Muestreo

1.1. Campañas

Se realizaron dos campañas sobre las mismas estaciones de muestreo del 2013, conjuntamente al muestreo realizado para las determinaciones químicas (Sección A. Química), en los meses de febrero y mayo de 2014, en las cuales se recolectaron muestras de aguas subsuperficial (30 cm de profundidad) y de sedimentos. Las muestras fueron obtenidas por personal del IADO y de la UNS.

1.2. Procesamiento y Análisis de Muestras

En el Laboratorio de Microbiología General e Industrial y de los Alimentos de la U.N.S., se realizaron los recuentos de indicadores bacterianos.

En las muestras de sedimentos se realizó el recuento de:

- Bacterias degradadoras de hidrocarburos
- *Escherichia coli*

En las muestras de agua se realizó la cuantificación de:

- *Escherichia coli*
- Bacterias Heterótrofas de origen terrestre
- Bacterias Heterótrofas de origen marino

La metodología se explica en el Informe Final del IADO 2013-2014.

2. Resultados

Los resultados de las dos campañas que el IADO realizó en el 2014 se incluyen en el informe final de IADO 2013-2014.

3. Consideraciones Finales

En el informe final realizado por el IADO sobre los resultados obtenidos en las 4 campañas realizadas entre 2013 y 2014 y presentado en octubre de 2014, los profesionales a cargo del área de microbiología concluyen que:

Escherichia coli es una bacteria utilizada ampliamente como indicadora de contaminación fecal. En aguas de la zona estudiada los recuentos obtenidos variaron, con los mayores valores coincidiendo con las descargas de las cloacas (1^{ra} y 3^{ra} Cuenca) y Puerto de Ing. White. En todas las estaciones (excepto la PC), se registraron en promedio, densidades poblacionales superiores a las aconsejadas internacionalmente para aguas de contacto primario.

En el caso particular de la zona estudiada, se detecta una tendencia a la acumulación de bacterias indicadoras de contaminación fecal en los sedimentos de las estaciones CLO y IW, sitios en los que superan en un orden de magnitud la cantidad de *E. coli* en las aguas adyacentes. Hay que destacar que la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales para la Tercera Cuenca no funcionó en algunos de los meses muestreados, lo que presumiblemente contribuyó a mantener un número considerable de indicadores fecales en la zona. Se destaca que los recuentos de *Escherichia coli* en la mayoría de las estaciones, superaron a los exigidos por la normativa nacional e internacional para aguas de contacto primario (USEPA, 2003) y es clara su acumulación en sedimentos.

Los recuentos de bacterias heterótrofas de origen marino siempre superaron en un orden de magnitud a las bacterias heterótrofas terrestres. Esto es de esperar ya que las primeras son bacterias autóctonas mejor adaptadas a las condiciones ambientales y que compiten más exitosamente por los nutrientes. Las variaciones en los recuentos bacterianos no se pueden atribuir a un único factor sino que responden a la suma de parámetros fisicoquímicos y eco-fisiológicos. Como se dijo anteriormente los indicadores biológicos reflejan el impacto acumulado de todos los factores de estrés durante un período.

Lo antedicho pone en evidencia que el control de riesgos microbiológicos es importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población. Para poder determinar con precisión el nivel de contaminación es necesario realizar estudios de base científica con la suficiente amplitud de tiempo y espacio, y mantener un diagnóstico actualizado de la calidad de sus aguas y sedimentos en relación con los aportes costeros. De esta forma se podrá acceder no sólo a un diagnóstico razonablemente preciso, sino a diseñar y aplicar las medidas de prevención o de remediación que resulten oportunas.

En todos los sitios muestreados se detectó un número significativo de bacterias degradadoras de hidrocarburos (BDH). Estos resultados indican la ocurrencia de vuelcos en el sistema y su acumulación en los sedimentos. Los datos demuestran que las variaciones en los resultados no



tienen correlación con la temperatura, por lo cual se entiende que la variabilidad de resultados está relacionada con los impactos. Los valores obtenidos en la estación Canal Galván (cPG) ubicada en proximidades de la descarga Polo Petroquímico, muestran un comportamiento uniforme durante los 4 muestreos, indicando un aporte continuo y significativo de hidrocarburos. Los sitios restantes, muestran la variabilidad generada probablemente por aportes de distintas características y magnitudes.

Se observa una tendencia creciente del impacto de hidrocarburos hacia el interior de estuario, seguramente debido a los aportes de la Tercera Cuenca y el Canal Maldonado. La baja dinámica que ofrecen las aguas de ese sector favorece la acumulación de contaminantes hacia Puerto Cuatrerros, haciendo de este sector un área de alta vulnerabilidad.

MONITOREO DE APORTES NO INDUSTRIALES

Sección E: Monitoreo de Arroyos

1. Introducción

Desde hace 4 años se realizan muestreos bacteriológicos de agua en la zona más interna del estuario de Bahía Blanca. En junio de 2013 se observó que en la zona cercana al balneario Maldonado (Puerto Almirante Brown), los valores de *Escherichia coli* (*E. coli*) y *Enterococcus* spp. superaron en un orden de magnitud a los recuentos de coliformes fecales y enterococos obtenidos en los efluentes de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales para la 3^{ra} Cuenca (PTLC) (PIM 2013). Esto hizo pensar en la existencia de alguna otra fuente de contaminación fecal que afectaba la zona, además de los volcados de la PTLC. Por esto en el presente estudio se incluyó el análisis microbiológico y parasitológico de los afluentes que llegan al estuario como complemento de las actividades de monitoreo realizadas para controlar el estuario de Bahía Blanca.

Este muestreo se inició a mediados del 2013 de forma mensual en los principales cauces que descargan en el estuario.

Los sitios elegidos de muestreo fueron:

- Río Sauce Chico (38°43'44.42"S - 62°27'8.64"O)
- Arroyo Napostá (38°46'14.12"S - 62°13'58.27"O)
- Canal Maldonado (38°43'45.96"S - 62°18'45.65"O)
- Arroyo Saladillo de García (38°42'22.37"S - 62°22'11.35"O).

2. Campañas de Muestreo

Estos arroyos y canales recorren diferentes sectores con diversos usos a saber: agrícola-ganaderos, urbanos, industriales, recreativos, rurales, hortícolas. Por esta razón y para evitar muestrear aguas arriba de alguna potencial fuente de contaminación, la toma de muestra se realiza sobre el tramo final de los cursos de agua próximo a su descarga al estuario de Bahía Blanca.

Los muestreos se realizaron con una frecuencia mensual, iniciando en enero del 2013, con fecha de término de la primera etapa en julio del 2014. En la segunda etapa no se realizaron análisis parasitológicos. El cronograma de muestreos fue el siguiente:

	Arroyo Napostá	Canal Maldonado	Río Sauce Chico	Arroyo Saladillo de García
enero	fisicoquímico metales agua bacteriológico parasitológico	fisicoquímico metales agua bacteriológico parasitológico	fisicoquímico metales agua bacteriológico	fisicoquímico metales agua bacteriológico
febrero	fisicoquímico bacteriológico	fisicoquímico bacteriológico	fisicoquímico bacteriológico parasitológico	fisicoquímico bacteriológico parasitológico
marzo	metales agua bacteriológico parasitológico	metales agua bacteriológico parasitológico	metales agua bacteriológico	metales agua bacteriológico
abril	fisicoquímico bacteriológico	fisicoquímico bacteriológico	fisicoquímico bacteriológico parasitológico	fisicoquímico bacteriológico parasitológico
mayo	fisicoquímico bacteriológico parasitológico	fisicoquímico bacteriológico parasitológico	fisicoquímico bacteriológico	fisicoquímico bacteriológico
junio	fisicoquímico bacteriológico	fisicoquímico bacteriológico parasitológico	fisicoquímico bacteriológico parasitológico	fisicoquímico bacteriológico parasitológico
julio	metales sedimento bacteriológico parasitológico	metales sedimento bacteriológico parasitológico	metales sedimento bacteriológico	fisicoquímico metales sedimento bacteriológico
agosto		fisicoquímico bacteriológico		
octubre	fisicoquímico metales sedimento bacteriológico	fisicoquímico metales sedimento bacteriológico		
noviembre	fisicoquímico bacteriológico	fisicoquímico bacteriológico		
diciembre	fisicoquímico bacteriológico	fisicoquímico bacteriológico		

3. Análisis Realizados

Se practicaron los análisis fisicoquímicos habituales para cursos de agua y se completaron los mismos con análisis de metales, bacteriológicos y parasitológicos, éstos dos últimos realizados por profesionales de la Universidad Nacional del Sur (UNS), en el marco del convenio "Investigación de poblaciones bacterianas y parasitarias de interés ambiental en aguas y sedimentos. Aplicación de una metodología para la realización de ensayos ecotoxicológicos". Entre los parámetros

bacterianos, la cátedra de Microbiología General de la UNS, investigó la presencia de *Escherichia coli*, heterótrofas terrestres y se realizaron también los aislamientos para identificación de la especie patógena *Salmonella* spp. Por otro lado, el personal de la asignatura Parasitología Clínica de la UNS identificó aquellos parásitos de interés sanitario presentes en los cuerpos de agua. La metodología utilizada se detalla en el informe final presente en la web de la municipalidad (<http://bahia blanca.gov.ar/cte/doc/Investigacion-de-poblaciones-bacterianas-y-parasitarias-de-interes-ambiental-en-aguas-y-sedimentos.pdf>)

4. Resultados

En el del ANEXO-Estuario de Bahía Blanca se presentan las tablas 2, 3, 4 y 5 (páginas 46-49) donde se resumen todos los resultados para cada cauce analizado, durante el período 2014.

4.1. Físicoquímicos

Los parámetros físicoquímicos medidos en los arroyos en general, arrojaron valores acordes a los esperados para estos cursos y según las estaciones del año. Sin embargo se detectaron varios valores puntuales de pH mayores a 8,5 upH (oscilaron entre 7,7-9,8) y valores de turbiedad mayores a 100 NTU (máximo de 280 NTU), que son los límites para agua dulce de uso recreativo según la resolución 42/2006 del ADA. Los valores promedio de pH para el año 2014 fueron: Napostá 8,4 upH, Sauce Chico 8,7 upH y en Maldonado y Saladillo 8,8 upH.

4.2. Metales

De los metales pesados analizados en agua, durante este muestreo nunca se detectó Cd, Pb, Cu, Hg y Ni en ninguno de los cursos de agua. El Zn se halló en una ocasión en el canal Maldonado en una concentración de 0,13 mg/l.

En la última etapa de muestreo se decidió determinar metales en los sedimentos. En estos sí se detectó Cd, Zn, Pb y Cu. En ninguna oportunidad, se detectó mercurio en sedimentos.

Comparando con los indicadores de referencia establecidos por la NOAA (SQuiRTs)⁴ para sedimentos de agua dulce. En el mes de julio la concentración de Cd del Maldonado, alcanzó (0,6 ppm) el nivel de protección de la vida acuática más exigente "threshold effects level" (TEL). Ese mismo mes en el arroyo Napostá se alcanzó el nivel TEL de Zn (123 ppm) y se superó levemente el de Pb (35 ppm). Ver tablas 4 y 5 del ANEXO-Estuario de Bahía Blanca, páginas 48 y 49.

⁴Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR&R Report 08-1 Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Atmospheric and Oceanic Administration: 34 pages.

4.3. Microbiología

En cuanto a la cuantificación del indicador de contaminación fecal *E. coli*, se calcularon las medias geométricas anual en cada uno de los cuerpos de agua. De allí surge que las medias del Arroyo Saladillo de García y del Río Sauce Chico fueron muy similares, con valores de 490 y 529 UFC/100ml respectivamente. Estos son afectados por las ciudades de Tornquist y Cerri principalmente. La media geométrica en el arroyo Napostá fue de 3764 UFC/100ml y en el canal Maldonado de 44473 UFC/100ml. Las elevadas concentraciones de *E. coli* en estos dos cursos, son reflejo de los vuelcos que reciben a lo largo de sus recorridos ya que atraviesan la ciudad de Bahía Blanca. Además, en el caso particular del canal Maldonado, se evidencian grandes fluctuaciones en los recuentos, con mínimos de 1100 y máximos de $7,5 \times 10^6$ UFC/100ml. Las mayores concentraciones de *E. coli* se presentaron en el canal Maldonado durante el periodo abril-julio, en el cual los residuos cloacales que debían llegar a la Planta Depuradora Cloacal para la tercera cuenca, fueron desviados a dicho canal debido a la rotura de un caño principal.

Al igual que el indicador *E. coli*, los recuentos de bacterias heterótrofas fueron altos y con grandes fluctuaciones en el canal Maldonado, y con la misma dinámica que *E. coli*, indicando que además de contaminación fecal los vuelcos fueron ricos en materia orgánica.

Se detectó el patógeno intestinal *Salmonella* spp. en el canal Maldonado en los meses de marzo, abril, junio y julio; y en el arroyo Napostá en los meses de junio y julio. Esto alerta sobre el riesgo para la salud ya que prácticamente todos los serotipos de *Salmonella* podrían ser capaces de producir una gastroenteritis en el hombre. Es por ello que desde el CTE se informó este hallazgo a la Agencia Ambiental de la Municipalidad de Bahía Blanca para que lo transfiera a las correspondientes dependencias y autoridades sanitarias.

4.4. Parásitos

La presencia de parásitos de interés sanitario fue muy moderada. Se diagnosticaron los mismos de manera aleatoria y dispersa, salvo las larvas de nematodos, que prevalecieron en Maldonado. Otros parásitos que se encontraron de importancia fueron quistes de amebas (Maldonado y Saladillo de García).

5. Conclusiones

- Los arroyos mostraron en general, parámetros fisicoquímicos acordes a los esperados para estos cursos y según las estaciones del año.
- Dentro de los metales pesados analizados en agua en ninguna oportunidad se detectó, Cd, Pb, Cu, Hg y Ni en ninguno de los cursos de agua. El Zn se detectó en un muestreo en el canal Maldonado en una concentración de 0,13 mg/l. Por otro lado en el sedimento se detectaron todos los metales excepto Hg.
- Algo para destacar son los registros bacteriológicos de *Escherichia coli* en todos los cursos de agua, con valores muy altos en el canal Maldonado, el cual se vió afectado directamente por la descarga cloacal de la planta de tratamiento para la 3^{ra} Cuenca, que enviaba el efluente sin tratamiento hacia el canal, y en el arroyo Napostá de hasta 6200 UFC/100ml. Los afluentes que mayor aporte de bacterias fecales realizan al estuario son el Canal Maldonado y el arroyo Napostá. Ambos atraviesan gran parte de la ciudad recibiendo contaminación antrópica. En estos dos cursos se detectó la presencia de *Salmonella* spp.
- El arroyo Saladillo de García y el río Sauce Chico, tienen un comportamiento similar en cuanto a la concentración de bacterias indicadoras, no constituyendo un problema de contaminación para el estuario, por lo que no se considera necesario seguir con el muestreo de los mismos.
- Con respecto a la carga parasitaria de los cuerpos de agua muestreados, este trabajo y el conocimiento acumulado a partir de otros estudios realizados en nuestra ciudad permiten concluir que existe una marcada presencia y distribución de los parásitos de importancia sanitaria.



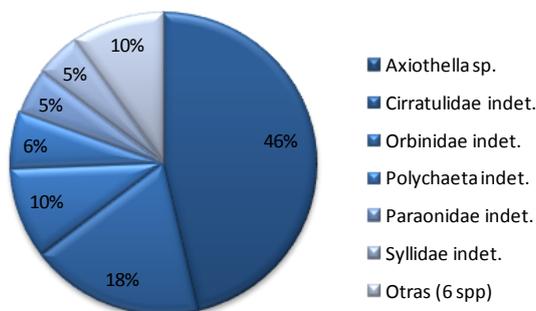
ANEXO

Programa: Monitoreo de Cuerpos Receptores

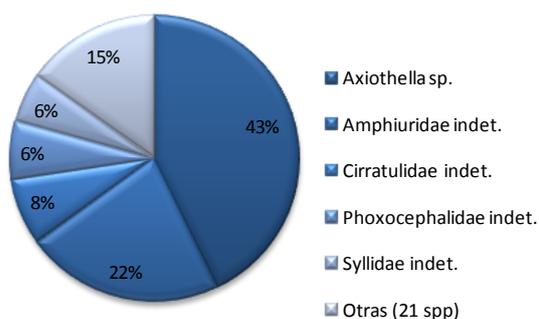
Subprograma: Estuario de Bahía Blanca

Figura 1: Composición taxonómica de la comunidad macrobentónica asociada al Canal Principal de Navegación del estuario de Bahía Blanca (valores expresados en abundancia/parcela).

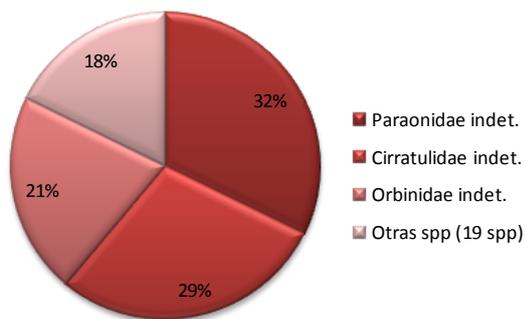
Estación A - Invierno



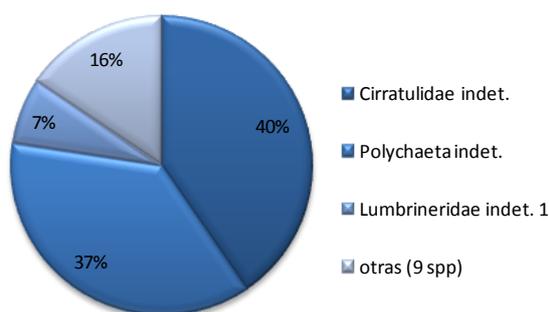
Estación B - Invierno



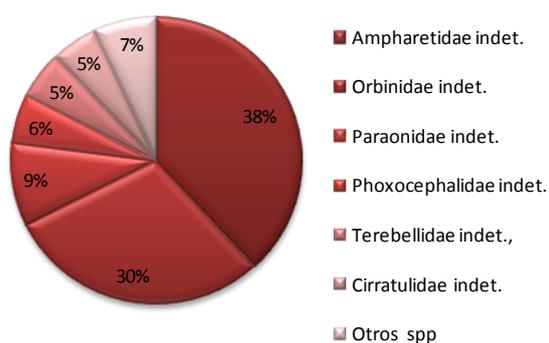
Estación B - Primavera



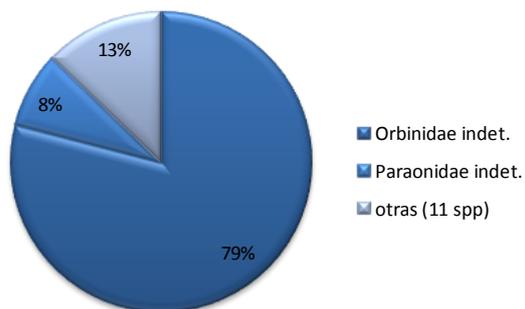
Estación C - Invierno



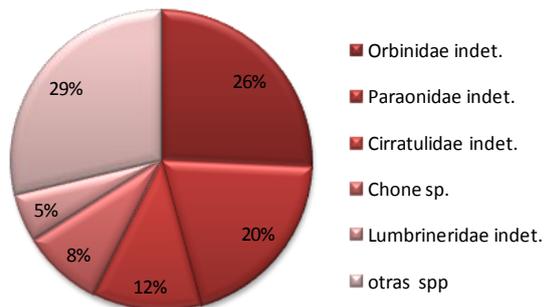
Estación C - Primavera



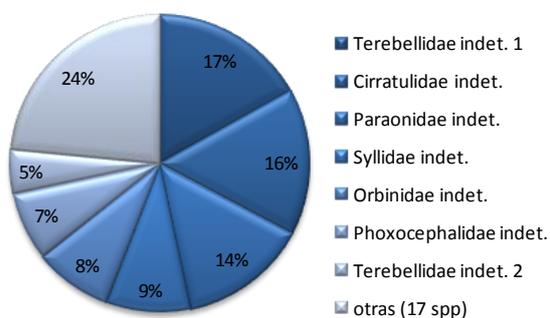
Estación D - Invierno



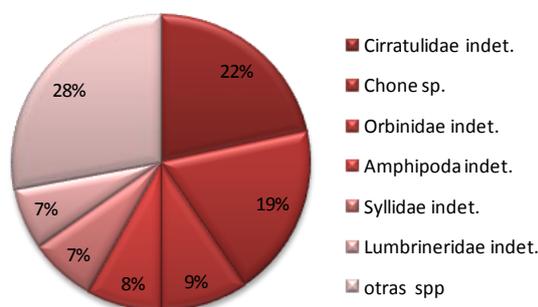
Estación D - Primavera



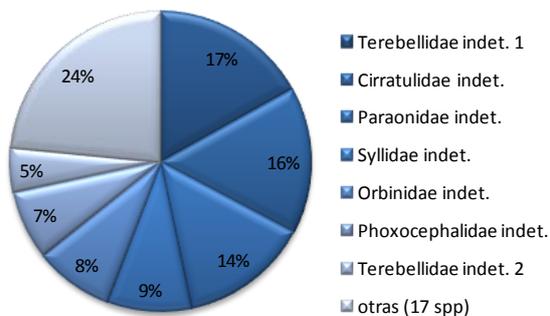
Estación E - Invierno



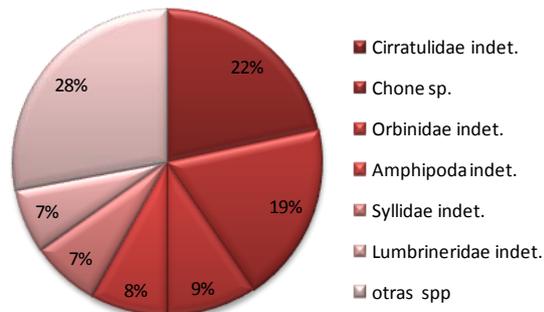
Estación E - Primavera



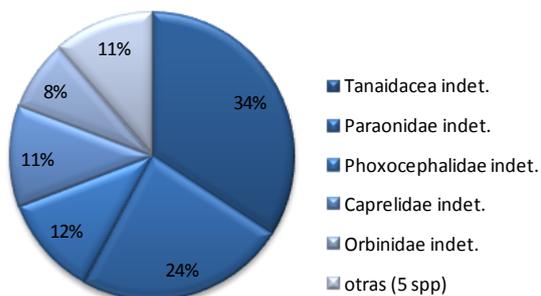
Estación E - Invierno



Estación E - Primavera



Estación F - Invierno



Estación F - Primavera

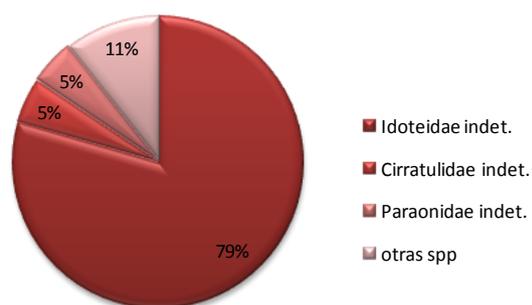




Tabla 1: Concentraciones de metales pesados en tejido blando de ostras, publicados en todo el mundo (ppm en peso húmedo)

Especie	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Referencia
<i>Crassostrea gigas</i>	Estuario de Bahía Blanca	0,42	0,06	43,4	0,009	0,16	0,17	132	PIM 2013
<i>Crassostrea gigas</i>	Estuario de Bahía Blanca	0,53	0,059	30	0,02	0,121	< 0,050	164	PIM 2013
<i>Crassostrea gigas</i>	Estuario de Bahía Blanca	0,53	0,059	53	0,035	0,128	0,053	190	PIM 2013
<i>Crassostrea gigas</i>	Estuario de Bahía Blanca	0,45	0,045	45	0,019	0,065	0,044	245	Presente estudio
<i>Crassostrea gigas</i>	Estuario de Bahía Blanca	0,42	0,064	47	0,022	0,06	0,047	208	Presente estudio
<i>Crassostrea gigas</i>	Taiwán (China)*	0,19	-	23-410	0,019	0,550	1,290	110-172	Hsu (1979), Han y Hung (1990), Young y Hsien (2003)
<i>Crassostrea gigas</i>	Bahía Hansan-Koje (Corea)*	0,54	-	6,3	-	-	-	110	Hwang <i>et al.</i> (1986)
<i>Crassostrea gigas</i>	Sedenia (Italia)	0,15	-	-	0,017	-	0,108	-	Piras <i>et al.</i> (2013)
<i>Crassostrea gigas</i>	Golfo de Vizcaya (España)*	0,20	3,8	74,9	0,146	0,418	0,578	416	Solaun <i>et al.</i> (2013)
<i>Crassostrea gigas</i>	Bahía Kaneohe (EEUU)*	-	-	33,5	-	-	0,122	173	Hunter <i>et al.</i> (1995)
<i>Crassostrea gigas</i>	Rio Tamar (Australia)*	-	-	14,5-38,1	-	-	0-0,8	446- 2984	Ayling (1974)
<i>Crassostrea gigas</i>	Knysna (Sudafrica)*	1,80	-	6,6	-	0,320	-	85	Watling y Watling (1976)
<i>Crassostrea gigas</i>	Isla Kyushu (Japón)*	3,92	-	1022	-	-	2,900	-	Szefer <i>et al.</i> (1997)
<i>Crassostrea gigas</i>	Costa Escosesa	0,32	0,5	13,8	-	0,823	0,120	231	McIntosh <i>et al.</i> (2002)
<i>Crassostrea angulata</i>	Estuario de Guadalquivir (España)*	-	-	595,8	-	-	-	1946	Cordon (1987)
<i>Crassostrea virginica</i>	Long Island Sound (EE.UU.)*	-	-	114-216	-	-	-	-	Zarogian (1979)
<i>Crassostrea virginica</i>	Bahía de St. Louis (EE.UU.)*	-	-	9,2-39,4	-	-	-	52- 1026	Lytle y Lytle (1982)
<i>Crassostrea virginica</i>	Costa Atlantica (EE.UU.)	-	0,4	91,5	-	0,190	0,470	1428	Pringle <i>et al.</i> (1968)
<i>Crassostrea virginica</i>	Bahía Chesapeake (EE.UU.)	3,41	-	10,9- 273,5	-	-	-	505- 3033	Wright <i>et al.</i> (1985)
<i>Crassostrea virginica</i>	Veracruz (México)	11,77	-	-	-	-	0,484	-	Lango-Reynoso <i>et al.</i> (2010)
<i>Crassostrea virginica</i>	Veracruz (México)	-	20	280	-	14,000	11,000	3352	Ávila Perez y Zarazúa-Ortega (1993)
<i>Crassostrea virginica</i>	Veracruz (México)	7,32	33,64	202,4	-	7,620	21,420	157	Anton (2002), Galaviz (2003) y Guzman(2005)
<i>Crassostrea virginica</i>	México*	0,82	-	65,2	-	-	1,760	126	Vázquez <i>et al.</i> (1993)
<i>Crassostrea margaritacea</i>	Costa sur de Suráfrica*	-	-	1-19,4	-	-	-	25- 1303	Watling y Watling (1974)
<i>Crassostrea madrasensis</i>	Estuario Ennore (India)*	0,53	4,6	47,6	-	2,900	1,005	150,5	Joseph y Srivastava (1993)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Bahía Sepetiba (Brasil)*	1,90	1,606	4,9	-	3,620	2,700	1900	Lima <i>et al.</i> (1986); Gomes <i>et al.</i> (1991)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Bahía Guanabara (Brasil)*	0,08	-	29,6	-	0,680	<0,26	260,6	Gomes <i>et al.</i> (1991)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Estuario de Cananéia (Brasil)	11,00	-	2,6	0,020	-	0,080	393	Machado <i>et al.</i> (2002)
<i>Crassostrea iridescens</i>	El Salvador*	< 0,24	3,16	124,4	-	2,120	<0,24	408	Michel y Zengel (1998)
<i>Crassostrea iridescens</i>	Mazatlan (México)*	3,60	-	20	-	1,700	-	402	Paez-Osuna y Marmolejo Rivas (1990)
<i>Crassostrea rhizophorea</i>	Estuario Rio Cocó y Ceará (Brasil)*	1,07	0,35	3,70	-	-	-	236	Gonçalves <i>et al.</i> (2007)
<i>Saccostrea commercialis</i>	Puerto Jackson (Australia)	-	-	149-175	0,01-0,03	-	0,9-1,1	861-1176	Scanes y Roach (1999)
<i>Ostrea equestris</i>	Norte de Rio de Janeiro (Brasil)	0,11	0,06	8,3	-	0,076	0,020	162	Ferreira <i>et al.</i> (2005)
Ostras	Promedio Mundial*	0,54	0,198	12,4	0,078	0,186	0,206	82	Cantillo (1998) NOAA (1997)
Ostras	Umbral de contaminación*	0,74	0,5	60	0,046	0,68	0,64	800	Cantillo (1998) NOAA (1997)

*Valores originales calculados en peso seco, transformados a peso húmedo multiplicando por 0,2 (se asume contenido de humedad del 80%)



Tabla 2: Resultados fisicoquímicos, de metales pesados, bacteriológicos y parasitológicos del arroyo Saladillo de García, durante el 2014.

Saladillo de García	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	
Fisicoquímico								
	agua	agua	agua	agua	agua	agua	agua	sedimento
pH (upH)	9,8	8,2	n/a	8,8	9	8,2	n/a	n/a
Temperatura (°C)	21,3	19,4	n/a	8,9	13,7	7	n/a	n/a
Conductividad (mS/cm)	13,7	5,17	n/a	11,9	11,4	6,9	n/a	n/a
Turbidez (NTU)	152	71	n/a	19	15	0	n/a	n/a
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8,1	n/a	n/a	n/a	n/a	10,4	n/a	n/a
TDS (g/l)	8,48	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
DQO (mg/l)	76	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Cadmio (mg/l) o (mg/kg)	<0,005	n/a	<0,005	n/a	n/a	n/a	n/a	0,2
Níquel (mg/l)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Zinc (mg/l) o (mg/kg)	<0,05	n/a	<0,05	n/a	n/a	n/a	n/a	37
Plomo (mg/l) o (mg/kg)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	7,9
Cobre (mg/l) o (mg/kg)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	18
Mercurio (mg/l) o (mg/kg)	<0,001	n/a	<0,001	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,1
Bacteriológico								
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	2400	1200	2000	400	200	700	800	
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	1200	1900	3700	3500	5400	2300	4500	
<i>Salmonella</i> sp (UFC/250ml)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	
Parasitológico								
Flia. Amoebida (quistes)	n/a	presencia	n/a	presencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Ascarididae (huevos)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	presencia	n/a	
<i>Blastocystis</i> sp. (quistes)	n/a	ausencia	n/a	presencia	n/a	ausencia	n/a	
<i>Cryptosporium</i> sp. (quistes)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Nematodea (larvas)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Rhabditoidea (larvas)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Toxocaridae (huevos)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Trichostrongylidae	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	

s/m: sin muestra

n/a: no analizado

m/i: muestra insuficiente

Tabla 3: Resultados fisicoquímicos, de metales pesados, bacteriológicos y parasitológicos del arroyo Sauce Chico, durante el 2014.

Sauce Chico	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	
Fisicoquímico								
	agua	sedimento						
pH (upH)	9,7	8,3	n/a	8,2	9,2	8,3	n/a	n/a
Temperatura (°C)	21,3	22,1	n/a	11,4	13,9	8,6	n/a	n/a
Conductividad (mS/cm)	1,45	0,63	n/a	0,85	1,05	1,1	n/a	n/a
Turbidez (NTU)	15	280	n/a	18	5	0	n/a	n/a
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8,2	n/a	n/a	n/a	n/a	7,9	n/a	n/a
TDS (g/l)	0,942	n/a						
DQO (mg/l)	n/a							
Cadmio (mg/l) o (mg/kg)	<0,005	n/a	<0,005	n/a	n/a	n/a	n/a	0,5
Níquel (mg/l)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Zinc (mg/l) o (mg/kg)	<0,05	n/a	<0,05	n/a	n/a	n/a	n/a	52
Plomo (mg/l) o (mg/kg)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	<1,0
Cobre (mg/l) o (mg/kg)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	24
Mercurio (mg/l) o (mg/kg)	<0,001	n/a	<0,001	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,1
Bacteriológico								
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	1200	1100	1900	200	500	200	800	
Heterótrofos terrestres (UFC/ml)	500	8800	9000	2600	110000	400	15000	
<i>Salmonella</i> sp (UFC/250ml)	ausencia							
Parasitológico								
Flia. Amoebida (quistes)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Ascarididae (huevos)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
<i>Blastocystis</i> sp. (quistes)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
<i>Cryptosporium</i> sp. (quistes)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Nematodea (larvas)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Rhabditoidea (larvas)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Toxocaridae (huevos)	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	
Flia. Trichostrongylidae	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	

s/m: sin muestra

n/a: no analizado

m/i: muestra insuficiente



Tabla 4: Resultados fisicoquímicos, de metales pesados, bacteriológicos y parasitológicos del arroyo Napostá, durante el 2014.

Arroyo Napostá	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Fisicoquímico												
	agua	agua	agua	agua	agua	agua	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	agua
pH (upH)	8,7	7,9	n/a	8,3	9	7,7	n/a	n/a	8,3	n/a	8,6	8,3
Temperatura (°C)	20,4	20,9	n/a	13,9	15,4	13,8	n/a	n/a	17,9	n/a	19	19,5
Conductividad (mS/cm)	1,2	1,24	n/a	1,45	1,98	1,8	n/a	n/a	1,82	n/a	1,83	1,59
Turbidez (NTU)	9	170	n/a	15	24	0	n/a	n/a	9	n/a	37,4	15,5
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5,5	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
TDS (g/l)	0,772	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1,15	n/a	1,17	1,02
DQO (mg/l)	14	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<5	n/a	<5	18
DBO (mg/l)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0	n/a	3,8	n/a
Cadmio (mg/l) o (mg/kg)	<0,005	n/a	<0,005	n/a	n/a	n/a	n/a	0,4	n/a	<0,1	n/a	n/a
Níquel (mg/l)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Zinc (mg/l) o (mg/kg)	<0,05	n/a	<0,05	n/a	n/a	n/a	n/a	123	n/a	49	n/a	n/a
Plomo (mg/l) o (mg/kg)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	65,7	n/a	2,7	n/a	n/a
Cobre (mg/l) o (mg/kg)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	29	n/a	8	n/a	n/a
Mercurio (mg/l) o (mg/kg)	<0,001	n/a	<0,001	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,1	n/a	<0,1	n/a	n/a
Bacteriológico												
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	1600	2600	4500	3000	5000	12000	7000		11000		12300	13000
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	1000	4400	5000	8700	8000	600	4500		3900		22000	33000
<i>Salmonella</i> spp (UFC/250ml)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	presencia	presencia		presencia		presencia	presencia
Parasitológico												
Flia. Amoebida (quistes)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia					
Flia. Ascarididae (huevos)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia					
<i>Blastocystis</i> sp.(quistes)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia					
<i>Cryptosporium</i> sp. (quistes)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia					
Flia. Nematodea (larvas)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia					
Flia. Rhabditoidea (larvas)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia					
Flia. Toxocaridae(huevos)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia					
Flia. Trichostrongylidae	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	n/a	ausencia					

s/m: sin muestra

n/a: no analizado

m/i: muestra insuficiente



Tabla 5: Resultados fisicoquímicos, de metales pesados, bacteriológicos y parasitológicos del canal Maldonado, durante el 2014.

Canal Maldonado	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	octubre	noviembre	diciembre		
Fisicoquímico													
	agua	agua	agua	agua	agua	agua	agua	sedimento	agua	agua	sedimento	agua	agua
pH (upH)	9,3	8,9	n/a	8,5	8,7	7,8	n/a	n/a	9,8	8,8	n/a	8,7	8,6
Temperatura (°C)	22,8	22	n/a	14,2	19,2	15,5	n/a	n/a	21,4	19,9	n/a	21,1	20,6
Conductividad (mS/cm)	2,84	1,67	n/a	1,49	1,79	1,9	n/a	n/a	2,86	2,11	n/a	2,06	2,08
Turbidez (NTU)	115	5	n/a	27	58	146	n/a	n/a	5	0	n/a	0	0
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8,4	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
TDS (g/l)	1,8	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1,35	n/a	1,32	1,33
DQO (mg/l)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	8	n/a	<5	10
DBO (mg/l)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0	n/a	1,6	n/a
Cadmio (mg/l) o (mg/kg)	<0,005	n/a	<0,005	n/a	n/a	n/a	n/a	0,6	n/a	n/a	0,1	n/a	n/a
Níquel (mg/l)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Zinc (mg/l) o (mg/kg)	0,13	n/a	<0,05	n/a	n/a	n/a	n/a	82	n/a	n/a	62	n/a	n/a
Plomo (mg/l) o (mg/kg)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	30,5	n/a	n/a	7,2	n/a	n/a
Cobre (mg/l) o (mg/kg)	<0,01	n/a	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	33	n/a	n/a	9	n/a	n/a
Mercurio (mg/l) o (mg/kg)	<0,001	n/a	<0,001	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,1	n/a	n/a	<0,1	n/a	n/a
Bacteriológico													
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	200000	4400	8000	1900000	7500000	1500000	2600000	1000	2200	3000	4000		
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	38000	5000	11000	3500000	8900000	4800000	600000	16000	1950	20000	26000		
<i>Salmonella</i> spp (UFC/250ml)	ausencia	ausencia	presencia	presencia	ausencia	presencia	presencia	n/a	presencia	ausencia	presencia		
Parasitológico													
Flia. Amoebida (quistes)	m/i	n/a	ausencia	n/a	presencia	presencia	ausencia						
Flia. Ascarididae (huevos)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	ausencia	ausencia						
<i>Blastocystis</i> sp.(quistes)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	ausencia	ausencia						
<i>Cryptosporium</i> sp. (quistes)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	ausencia	ausencia						
Flia. Nematodea (larvas)	m/i	n/a	presencia	n/a	presencia	presencia	presencia						
Flia. Rhabditoidea(larvas)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	ausencia	ausencia						
Flia. Toxocaridae(huevos)	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	ausencia	ausencia						
Flia. Trichostrongylidae	m/i	n/a	ausencia	n/a	ausencia	ausencia	ausencia						

s/m: sin muestra

n/a: no analizado

m/i: muestra insuficiente

