



Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca

Informe Final

Instituto Argentino de Oceanografía (IADO)

Microbiología Ambiental (UNS)

**COMITÉ TÉCNICO EJECUTIVO
MUNICIPALIDAD DE BAHÍA BLANCA**

Bahía Blanca, marzo de 2008

INDICE

Parámetros Oceanográficos y Sustancias Potencialmente Tóxicas	03
Anexo I del Convenio	04
Introducción	09
Materiales y métodos	10
Resultados obtenidos	17
Conclusiones para el período estudiado	83
Bibliografía	85
Recuentos Bacteriológico	89
Anexo II del Convenio	90
Materiales y Métodos	93
Resultados	94
Conclusiones	102
Bibliografía	103
Parámetros de Ecología Planctónica	104
Anexo II del Convenio	105
Finalidad	109
Actividades de laboratorio y análisis	111
Resultados	115
Discusión de resultados y conclusiones	135
Referencias	137
Apéndice	139

Estudios Oceanográficos y de Sustancias Potencialmente Tóxicas

PROLOGO

El presente Informe Final se presenta al Comité Técnico Ejecutivo de Monitoreo Permanente del Estuario de Bahía Blanca, e incluye la información obtenida en las ocho (8) campañas de investigación realizadas durante 2006 - 2007, 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).

Se incluyen los datos obtenidos en el período monitoreado (octubre de 2006 a diciembre de 2007), así como un análisis de los mismos ambientalmente integrados.

El proyecto presenta los datos de un año integrados, lo que permitirá sacar algunas conclusiones e identificar tendencias sobre la distribución de parámetros y comportamiento del sistema bajo estudio.

ANEXO I

Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca

(Entre Boya 24 y Puerto Cuatrerros – Carta H – 212 del S.H.N.)
– Plan de Trabajo a Desarrollar Durante el Año 2004 / 2005 –

Este programa de monitoreo, se extenderá por un período de 12 (doce) meses a partir de su puesta en marcha efectiva, a través del Laboratorio de Química Marina del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO).

El Programa incluirá la evaluación de parámetros oceanográficos, característicos de la condición ambiental del sistema, así como las sustancias contaminantes cuya presencia se ha determinado en programas anteriores o que se sospecha puedan existir por diversas circunstancias. El detalle de los mismos se especifica mas adelante.

A tal efecto se fijarán y se fijarán seis (7) estaciones de muestreos ajustadas al siguiente detalle.

Estación	Ubicación
E 1	Proximidades de la Boya 24
E 2	Proximidades del Desagüe Cloacal (Canal de la Ballena)
E 3	Proximidades de Pto.Ing.White
E 4	Proximidades de Puerto Galván (Posta de Inflamables)
E 5	Descarga Polo Petroquímico
E 6	Maldonado
E 7	Puerto Cuatrerros

Para la recolección de datos se realizarán campañas de investigación bimestrales y consecutivas, dentro del período mencionado en las que se realizarán mediciones in situ y se obtendrán muestras para ser evaluadas en el Laboratorio.

Los parámetros oceanográficos que se estudiarán bimestralmente son:

1. Temperatura
2. Salinidad
3. pH
4. O₂ Disuelto y Porcentaje de Saturación de O₂
5. Turbidez
6. Material Particulado en Suspensión

7. Clorofila “a” y Feopigmentos en MPS
8. Nutrientes de N (NH_3 , NO_3^- y NO_2^-)
9. Nutrientes de P (orto – PO_4^{3-})
10. Nutrientes de Si (Silicatos)
11. Materia Orgánica Particulada

Los cinco primeros parámetros se registrarán *in situ* para obtener una imagen en su distribución en el ambiente, así como de las variaciones estacionales que sufren.

En cada una de las estaciones se obtendrán muestras de:

- * Agua de Mar
- * Sedimentos Superficiales y Sub-Superficiales
- * Peces

Que se realizará de acuerdo a las técnicas que se detallan:

* **Muestras de Agua de Mar**

Se tomarán en el estrato sub-superficial de la columna de agua (aproximadamente 30 – 50 cm por debajo de la superficie), utilizando botella de Van Dorn, de policarbonato. A partir de estas muestras, se tomarán las submuestras para las determinaciones de nutrientes, pigmentos fotosintetizadores, materia orgánica, metales pesados disueltos e hidrocarburos disueltos, así como las submuestras con las que se controlará (mediante determinaciones en Laboratorio) la calibración de los instrumentos de calibración in-situ que se empleen en la campaña. Los análisis que se realizarán en estas muestras son:

1. **Temperatura:** se medirá con sensores in situ, calibrados contra termómetros de mercurio de rango expandido.
2. **Salinidad:** con sensores in situ, calibrados contra mediciones de conductividad de agua de mar.
3. **pH:** Se medirá con sensores in situ, calibrados contra soluciones buffer internacionalmente estandarizadas.
4. **O₂ Disuelto y Procentaje de Saturación:** Se medirá con sensores in situ, calibrados contra titulaciones de soluciones estandarizadas (Método Winkler).
5. **Material Particulado en Suspensión:** Se tomarán las muestras en las campañas y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo el método descripto por Grasshoff *et al.*
6. **Clorofila “a” y Feopigmentos en MPS:** Se tomarán las muestras en las campañas y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo el método de Lorenzen.
7. **Turbidez:** Se medirá con sensores *in situ*, calibrado contra soluciones patrones.
8. **Nutrientes de N:** Se tomarán las muestras en las campañas y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo los métodos de Treguer & Le Corre (para NO_3^-); Grassoff *et al.* (para NO_2^-); y Treguer & Le Corre (para

- NH₄); trabajando con un auto analizador Technicon II de cuatro canales y calibrando contra patrones internacionales (COI/UNESCO).
9. **Nutrientes de P (orto-PO₄⁻³):** Se tomarán las muestras en las campañas y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo la técnica de Eberlein & Kattner, y trabajando con un auto analizador Technicon II de cuatro canales y calibrando contra patrones internacionales (COI/UNESCO).
 10. **Nutrientes de Si (Silicatos):** Se tomarán las muestras en las campañas y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo el métodos de Technicon® y trabajando con un auto analizador Technicon II de cuatro canales y calibrando contra patrones internacionales (COI/UNESCO)
 11. **Materia Orgánica Particulada:** Se tomarán las muestras en las campañas y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo la técnica de Strickland & Parsons, calibradas contra soluciones estandarizadas de glucosa.
 12. **Metales Pesados Disueltos en el Agua de Mar:** Para su determinación, se aplicará el método de Koirtyohann & Wen, modificado por Vázquez – Botello. Se medirán las concentraciones correspondientes por espectrofotometría de absorción atómica, con llama aire-acetileno, y corrección de ruido de fondo con lámpara de deuterio (D₂BGC).
Se calibrará contra soluciones patrones internacionalmente recomendadas, y la calidad de la determinación analítica (AQ), se controlará contra material de referencia del National Institute for Enviromental Studies (NIES) de Tsukuba (Japón). De esta manera se cuantificarán los niveles de Pb, Cu, Cd, Cr y Zn disueltos en el agua del estuario.
 13. **Mercurio Disuelto en el Agua de Mar:** Para su determinación, se aplicará la técnica de APHA, trabajando por espectrofotometría de absorción atómica, con vapor frío (CV-AAS), y utilizando un espectrofotómetro Perkin Elmer 2380. Para la calibración correspondiente se emplearán soluciones patrón, internacionalmente estandarizadas.
 14. **Hidrocarburos Totales Disueltos o Dispersos en el Agua de Mar:** Para lo que se tomarán las muestras en la campaña y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo el método EPA-1664 A, trabajando por gravimetría, y calibrando contra soluciones patrones internacionalmente recomendadas.

* **Muestras de Sedimentos Superficiales**

Se tomarán muestras en el estrato superficial del sedimento del estuario, utilizando una rastra con marco de acero inoxidable y reservorio de lona plástica. A partir de estas muestras se tomarán las submuestras para las determinaciones de metales pesados particulados y de Hidrocarburos Totales. Para la realización de estos análisis, se aplicarán las siguientes técnicas:

1. **Metales Pesados Particulados en Sedimento:** Se seguirá la técnica descrita por Marcovecchio *et al.*, realizándose las mediciones por espectrofotometría de absorción atómica (AAS) con llama aire-acetileno, y corrección de ruido de fondo con lámpara de deuterio (D₂BGC). Se calibrará contra soluciones patrones internacional-mente recomendadas, y la calidad de la determinación analítica (AQ), se controlará contra material de referencia del National Institute for Enviromental Studies (NIES) de Tsukuba

(Japón). De esta manera se cuantificarán los niveles de Pb, Cu, Cd, Cr y Zn en los sedimentos del área evaluada del estuario.

2. **Mercurio Total en Sedimento:** Se aplicará una modificación propia del método de Uthe *et al.* Midiéndose las concentraciones correspondientes por espectrofotometría de absorción atómica, con vapor frío (CV-AAS), y utilizando un espectrofotómetro Perkin Elmer 2380. Para la calibración correspondiente se emplearán soluciones patrón, internacionalmente estandarizadas, y la calidad de la determinación analítica (AQ), se controlará contra material de referencia del National Institute for Environmental Studies (NIES) de Tsukuba (Japón).
3. **Hidrocarburos Totales en Sedimento:** Se determinarán siguiendo el método EPA-1664 A, trabajando por gravimetría, y calibrando contra soluciones patrones internacionalmente recomendadas.
4. **Organoclorados totales:** Se determinarán por cromatografía de gases y detector ECD, con columna capilar. Se analizarán las muestras de sedimentos en tres (3) campañas de investigación.

* **Muestras de Peces**

Se obtendrán en las áreas en que están ubicadas las estaciones de muestreo. Se procurará capturar especies representativas de los diferentes sub-sistemas del estuario (ligadas al fondo, a la columna de agua, permanentes en el sistema u ocasionales).

En los ejemplares capturados se registrarán los datos morfométricos más característicos (largo total, peso, sexo) y se removerán muestras de músculos y de hígado sobre las que se determinarán posteriormente los contenidos de metales pesados aplicando métodos oportunamente mencionados (Marcovecchio *et al.*); de la misma manera se determinará sobre estas muestras el contenido de mercurio total, siguiendo la técnica de Uthe *et al.* mencionada en párrafos previos.

El Municipio tendrá la facultad de designar observadores de las tareas de campo y de laboratorio que el IADO, realice concerniente a la ejecución del presente Programa.

El IADO, se compromete a proveer al Municipio, cada vez que este los solicite, fracciones de las muestras obtenidas de aguas, sedimentos y peces comprendidas en el Programa en condiciones de ser analizadas, como contramuestras por terceros.

Se entregará un Informe Final escrito (en copia impresa y en CD) dentro de los noventa (90) días posteriores a la realización de la última campaña de investigación (8^{va}.campaña) incluida en este Programa.

Los trabajos serán llevados adelante por el personal del Laboratorio de Química Marina del IADO; y el responsable científico de la obtención de la información, su procesamiento, generación de informes y eventuales explicaciones será el Dr.

Jorge Marcovecchio, responsable del mencionado Laboratorio. El personal científico y técnico que (en principio) participará en el desarrollo de este proyecto, será:

- *Dr. Jorge Marcovecchio* (IADO/CONICET)
- *Lic. Raúl Asteasuain* (IADO/CONICET)
- *Lic. Sandra Botte* (IADO/CONICET)
- *Lic. Nedda Chiarello* (IADO/CONICET)
- *Lic. Javier Arlenghi* (IADO/CONICET)
- *Dr. Ruben Hugo Freije* (UNS)

Cualquier alteración a la nomina del personal interviniente, deberá de ser aprobada por el municipio a propuesta del IADO.

INTRODUCCION

El estuario de Bahía Blanca es un ambiente transicional, localizado en el extremo sudoriental de la Provincia de Buenos Aires. Tiene algunas características ambientales que la hacen sumamente particular, entre las que vale la pena destacar las siguientes:

- Es un sistema con una dinámica natural muy compleja, incluyendo aspectos geológicos, físico-químicos y biológicos.
- En Bahía Blanca coexisten procesos naturales propios de ambientes de este tipo con procesos antrópicos muy intensos (actividades portuarias, industriales, agropecuarias, urbanas, etc).
- El equilibrio entre estos procesos, así como sus posibles desplazamientos en cualquier sentido, no han sido hasta el momento convenientemente evaluados, por lo que resulta necesario llevar adelante estudios de base que permitan estimarlos.

Por los motivos anteriormente mencionados, y en virtud a los antecedentes pre-existentes (IADO, 1997 ; 2000 ; 2002 ; 2004 ; 2006), la Municipalidad de Bahía Blanca solicitó al Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) la realización de un Programa de Monitoreo del Estuario de Bahía Blanca, de un año de duración, dirigido a evaluar la calidad ambiental de la zona interna del sistema. Este Programa se diseñó para ser desarrollado entre los meses de octubre de 2006 y diciembre de 2007. En este período se llevaron adelante análisis físico-químicos que permiten caracterizar la situación ambiental del mencionado sistema desde el punto de vista de los parámetros analizados. Este es el Informe Final, en el que se analiza la información obtenida en las ocho (8) campañas de investigación realizadas (octubre de 2006 a diciembre de 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de trabajo

El estuario de Bahía Blanca está localizado entre los 38°45' y los 35°10' de latitud sur, y entre los 61°45' y los 62°30' de longitud oeste, con un recorrido cercano a los 80 km en el S.E de la Provincia de Buenos Aires y un trazo que va en la dirección N.O - S.E. (**Figura 1**).

Esta región está surcada por un gran número de canales marinos que desaguan en el Canal Principal de Navegación, el cual se destaca claramente en bajamar, con unos 800 km² de superficie cubiertos. En cambio, en condiciones de pleamar las aguas cubren una superficie de 2300 km², que incluyen amplias planicies de marea (~1150 km²) e islas (410 km²)(Perillo *et al.*, 2001).

En el veril norte del Canal Principal de Navegación desaguan los canales de la Ballena, arroyo Maldonado, arroyo Galván, río Sauce Chico y el arroyo Napostá Grande. En el veril sur se vierten los canales Bermejo, Tres Brazas, de la Lista y del Embudo, y los arroyos Laborde, de las Vizcachas y Cabeza de Buey (Perillo & Piccolo, 1999).

Sobre la costa norte de la bahía se encuentran los asentamientos urbanos de General Cerri, Ingeniero White, Punta Alta y Bahía Blanca, sumando una población de más de 300.000 habitantes, y los puertos Cuatrerros, Galván, Ingeniero White, Rosales y el puerto militar de la Base Naval de Puerto Belgrano. El canal principal es diariamente navegado por embarcaciones pesqueras, buques de carga y de transportes generales y de combustible.

La costa sur de Bahía Blanca no tiene límites definidos ya que varía totalmente con el estado de marea ; está caracterizada además por la presencia de numerosas islas e islotes (Gómez & Perillo, 1992 ; Gómez *et al.*, 1997).



Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo

La zona interior de la bahía se continúa con el Salitral de la Vidriera, que penetra en el continente en la dirección N.O., incluyendo lagunas y salinas. La cuenca interna de la Bahía Blanca presenta características estuariales, sobre todo en períodos de precipitaciones intensas (Freije & Marcovecchio, 2004).

El ambiente está sujeto a un régimen de mareas semi-diurno, con una amplitud entre 3 y 3,5 metros (Perillo *et al.*, 1996 ; Ginsberg & Perillo, 2000). La marea es la principal fuente de energía para el estuario, y es una onda condicionada por la geometría de los canales, fricción e intensidad de los vientos dominantes. Bahía Blanca es un estuario de tipo hiper-sincrónico: la amplitud de la marea aumenta desde la boca hacia la cabecera, lo que implica que el efecto de convergencia sobre la onda de marea es mayor que el de fricción (Perillo & Piccolo, 1991).

Las principales vías potenciales de ingreso de sustancias exógenas a este sistema son efluentes descargados desde los núcleos urbanos, efluentes de origen industrial y producidos por curtiembres, operaciones de faenado de ganado e

industrias relacionadas. Todos ellos lo hacen a través de los cursos de agua dulce que desaguan en la bahía. A partir de las actividades de refinerías e industria petroquímicas, así como del almacenamiento y transporte de combustibles, ingresan al sistema compuestos orgánicos derivados del petróleo. El dragado del Canal Principal de Navegación es otra de las actividades importantes en el área que inciden en el transporte de contaminantes. Existe además un aporte atmosférico continuo de sustancias provenientes de la utilización de combustibles fósiles, humos, partículas en suspensión y productos de actividades industriales y urbanas (Pucci *et al.*, 1980).

Por los motivos descriptos en los párrafos previos, y teniendo presentes los resultados obtenidos en programas previos de monitoreo realizados en este ambiente (por ej., IADO, 1997 ; 2000 ; 2002 ; 2004 ; 2006), se planteó la realización del presente Programa de Monitoreo tendiente a evaluar la Calidad Ambiental del Estuario de Bahía Blanca y complementar la información existente. Para ello se estableció el siguiente protocolo de trabajo:

- Se diseñó un programa de muestreo que incluye siete (7) estaciones de muestreo para la determinación de parámetros físico-químicos y sustancias potencialmente contaminantes. Estas estaciones se distribuyeron así: seis (6) a lo largo del Canal Principal, y una (1) en la zona de descarga del polo industrial (**Figura 1**). La ubicación de estas estaciones fue fijada mediante un posicionador satelital GPS-Garmin S-12, lo que permitió tomar las muestras y/o mediciones en el mismo lugar en todas las campañas. La ubicación de las estaciones de muestreo es la siguiente:

- **Estación N°1:** 38° 52' 34.5" S. – 62° 10' 59.2" O.
- **Estación N°2:** 38° 50' 24.9" S. – 62° 12' 14.0" O.
- **Estación N°3:** 38° 47' 54.1" S. – 62° 15' 48.6" O.
- **Estación N°4:** 38° 47' 22.7" S. – 62° 18' 00.2" O.
- **Estación N°5:** 38° 46' 12.0" S. – 62° 38' 39.4" O.
- **Estación N°6:** 38° 45' 54.1" S. – 62° 20' 25.2" O.
- **Estación N°7:** 38° 45' 01.7" S. – 62° 23' 02.9" O.

- El Laboratorio de Química Marina del IADO llevó adelante durante este período un muestreo bimestral (8 muestreos) en los sitios previamente fijados, en los que se realizó la cuantificación de los siguientes parámetros:
 - Temperatura del agua
 - Salinidad del agua
 - pH del agua
 - Turbidez del agua
 - Nutrientes inorgánicos (NO₂, NO₃, NH₄, PO₄, SiO₃) disueltos en agua de mar
 - Clorofila a y feopigmentos en material particulado en suspensión
 - Materia orgánica particulada
 - Oxígeno disuelto en agua de mar
 - Metales pesados disueltos en agua de mar
 - Metales pesados en sedimentos
 - Hidrocarburos totales disueltos en agua de mar
 - Hidrocarburos totales en sedimentos

También se tomaron muestras de sedimentos para analizar el contenido de compuestos organoclorados, así como muestras de peces (músculo comestible e hígado) para determinar sus contenidos de metales pesados.

2.2. Metodologías utilizadas

Todas las determinaciones enumeradas en los párrafos precedentes se llevaron adelante utilizando metodologías internacionalmente convalidadas, y sugeridas para este tipo de evaluación integral. Los métodos que se emplearon para las determinaciones de los parámetros físico-químicos son:

- Temperatura: medición *in situ*.
- Salinidad: medición *in situ*.

- pH: medición *in situ*.
- Turbidez: medición *in situ*.
- Oxígeno disuelto: medición *in situ*.
- Nitrato : Treguer & Le Corre (1975)
- Nitrito : Grasshoff *et al.* (1983)
- Amonio : Treguer & Le Corre (1975)
- Fosfato : Eberlein & Kattner (1987)
- Silicato : Technicon® (1973)
- Clorofila *a* y feopigmentos : APHA-AWWA-WEF, 1998
- Materia orgánica particulada: Strickland & Parsons (1968)
- Metales disueltos : Koirtjohann & Wen (1973)
- Metales particulados : Marcovecchio *et al.* (1988)
- Mercurio disuelto : A.P.H.A. (1992)
- Mercurio particulado: Uthe *et al.* (1970), Marcovecchio *et al.* (1988).
- Hidrocarburos totales disueltos: U.S. EPA (2002)
- Hidrocarburos totales en sedimentos: U.S. EPA (2002)

2.3. Límites de detección de las técnicas analíticas empleadas

A continuación se listan los valores de los límites de detección correspondientes a las técnicas analíticas usadas para la determinación de compuestos realizadas en esta etapa:

- ✓ Cadmio: 0.01 µg/L, y 0.05 µg/g.
- ✓ Plomo: 0.1 µg/L, y 0.07 µg/g.
- ✓ Cobre: 0.02 µg/L, y 0.02 µg/g.
- ✓ Zinc: 0.01 µg/L, y 0.05 µg/g.
- ✓ Cromo: 0.03 µg/L, y 0.03 µg/g.
- ✓ Mercurio: 0.02 µg/L, y 0.02 µg/g.
- ✓ Hidrocarburos totales: 1.4 mg/L, y 0.07 mg/g.

Cabe aclarar que para este trabajo (tal, y como se hizo en las evaluaciones anteriores (IADO, 2002, 2004 y 2006), y a partir de resoluciones tomadas por la

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (U.S.EPA) durante el 2001 (U.S. EPA, 2002), se comenzó a aplicar un nuevo método analítico de determinación de hidrocarburos totales (tanto disueltos / dispersos en agua del estuario como concentrados en los sedimentos); el método gravimétrico que actualmente se emplea ha reemplazado oficialmente a la extracción con freón y determinación por espectrometría IR que hasta el año anterior recomendaba la misma U.S.EPA. Las ventajas más importantes del nuevo método son: (i) el uso de un solvente de extracción significativamente menos tóxico (incluyendo efectos ambientales deletéreos), tanto para los operadores como para el ambiente; (ii) una mayor capacidad de extracción de HC totales; (iii) mayor practicidad de aplicación en el laboratorio; (iv) el desaliento a la comercialización de freones (y los consecuentes aumentos de costos) en todo el mundo, a partir de la aplicación del Protocolo de Kyoto. De esta manera no es recomendable comparar **directamente** los datos de HC totales incluidos en Programas de Monitoreo anteriores (por ej., IADO, 1997; 2000) con los del presente trabajo, sino tomar en consideración lo comentado en los párrafos previos.

En esta etapa del trabajo se obtuvieron -además de las previamente mencionadas- muestras de sedimentos para la determinación de compuestos organoclorados, así como muestras de varias especies de peces para la determinación de su contenido de metales pesados.

En todos los casos la calidad analítica de los resultados (AQ) fue comprobada mediante el uso de materiales de referencia internacional: para el caso de metales pesados se emplearon *Harina de Mejillón* y *Sedimento Marino Costero* (ambos provistos por el National Institute for Environmental Studies -NIES- de Tsukuba, Japón), mientras que para hidrocarburos se emplearon estándares provistos por el Lab.de Contaminación Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Los trabajos de campo, de laboratorio, de procesamiento de datos, e interpretación de la información obtenida fueron realizados por personal científico y técnico del Laboratorio de Química Marina del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), con la colaboración del Lab. de Química Ambiental (Depto.de Química, UNS). Los profesionales que han intervenido en esta etapa fueron:

Dr Jorge Marcovecchio (IADO - CONICET)

Lic Raúl Asteasuain (IADO - CONICET)

Lic Sandra Botté (IADO - CONICET)

Lic María Nedda Chiarello (IADO - CONICET)

Lic Javier Arlenghi (IADO – CONICET)

Dr Rubén Hugo Freije (UNS)

Lic Ana María Martínez (UNS)

RESULTADOS OBTENIDOS

En cada una de las campañas realizadas se tomaron muestras y realizaron mediciones *in situ* para caracterizar el ambiente bajo estudio y comprender su funcionamiento y condición actual. En ese sentido se realizaron varios tipos de trabajos, que a continuación se describen.

1. OCEANOGRAFÍA QUÍMICA:

Los valores medidos y/o determinados de los parámetros físico-químicos del estuario de Bahía Blanca permiten entender su condición actual, así como el escenario que este ambiente brinda para el desarrollo de procesos biológicos. Se analizaron los datos de parámetros oceanográficos obtenidos durante el año de trabajo, lo que permitió evaluar la calidad ambiental del sistema bajo estudio desde un punto de vista hidrográfico, así como comparar estos valores con los correspondientes registros históricos. La distribución de parámetros que a continuación se describe permite sostener que -a lo largo de este período- ***el ambiente estudiado mostró un comportamiento normal, en general coincidente con los datos históricos tanto en magnitudes y tendencias, como en sincronidad.***

Análisis temporal de los resultados obtenidos para la zona interna del estuario de Bahía Blanca. I. Parámetros físico-químicos y eco-fisiológicos

Temperatura del agua

Los valores de temperatura que se han registrado durante este año de trabajo muestran una distribución clásica, homogénea para todas las estaciones de muestreo (***Figura 2***).

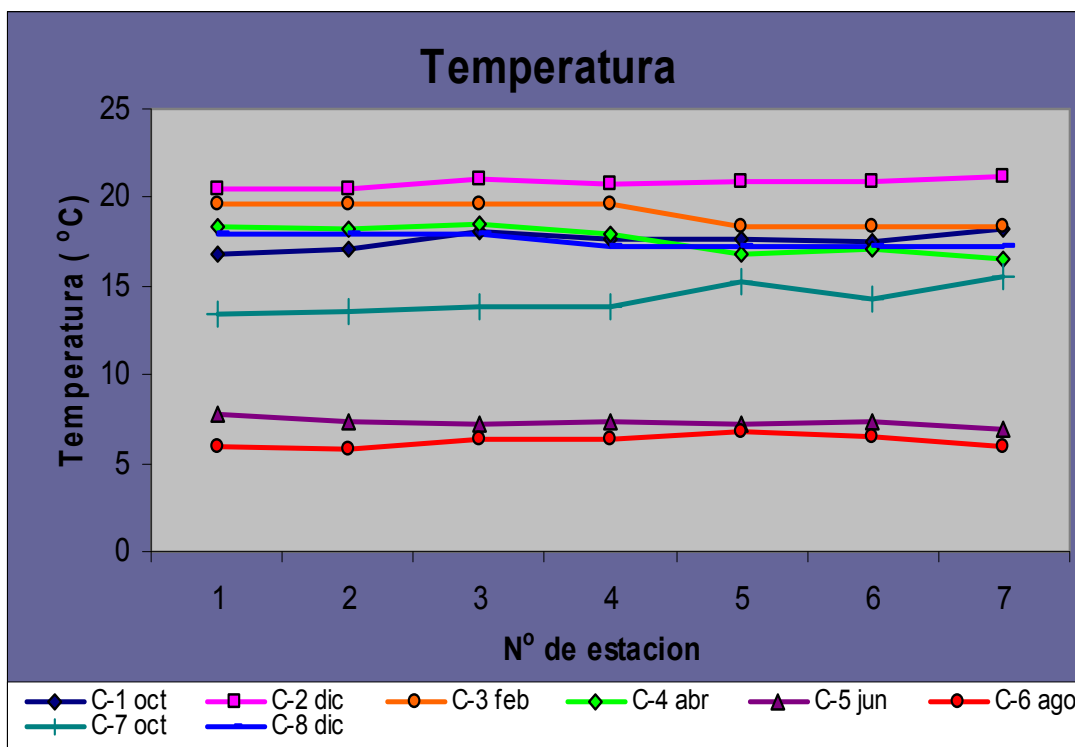


Figura 2: Distribución de valores de temperatura del agua en el área de estudio durante el período evaluado.

Las temperaturas registradas oscilaron entre los 5,8 – 6,8°C -valores medidos en la campaña N°6, realizada el 06 de julio de 2007- y los 20,5 – 21,2°C –correspondientes a la campaña N°2, del 06 de diciembre de 2006-, con un patrón de ascenso/descenso suave. No se registraron diferencias significativas en los valores correspondientes a cada estación de muestreo a lo largo del Canal, y los cambios observados corresponden a la variación estacional que ocurre a lo largo del año. No sólo los valores de temperatura registrados durante este período estudiado, sino también la tendencia general de distribución y variación de este parámetro coinciden tanto con los datos históricos oportunamente registrados para la misma área por otros investigadores (Pucci et al., 1979 ; Freije et al., 1981 ; Freije y Marcovecchio, 2004 ; Marcovecchio y Freije, 2004) así como con los informados en las fase anteriores de este estudio (IADO, 1997 ; 2000 ; 2002 ; 2004 ; 2006).

Salinidad

Los valores de salinidad registrados durante el año 2007 siguieron un patrón de distribución muy definido, y común para casi todas las estaciones de muestreo evaluadas.

Las salinidades determinadas durante este período variaron entre las 24,18 ups (registradas en la Estación #7 en la campaña N°3, el 20 de febrero de 2007) y las 35,09 ups (en la Estación #7 en la campaña N°8, el 11 de diciembre de 2007), con un patrón de distribución homogéneo (**Figura 3**). Se observó una variación a lo largo del año íntimamente ligada al régimen de precipitaciones de la región, que hizo variar la salinidad en toda la zona de estudio, aunque las variaciones de mayor magnitud se dieron en la estación más interna, tanto en sentido creciente como decreciente. Este fenómeno puede ser explicado por la menor profundidad de esta zona, que por lo tanto hace que las variaciones generadas por ingreso de agua dulce se manifiesten con mayor significación que en las más profundas. Esta fuerte dependencia de los valores de salinidad con las precipitaciones ya había sido registrada e informada previamente por otros investigadores para la región en otros años (Pucci et al., 1980; Freije et al., 1981; IADO, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006; Freije y Marcovecchio, 2004; Marcovecchio y Freije, 2004).

Tanto los valores de salinidad registrados durante el período estudiado, como la tendencia general de distribución y variación de este parámetro coinciden con los datos históricos informados por otros autores, como Pucci et al. (1979 ; 1980), Freije et al. (1981), Freije y Marcovecchio (2004), o Marcovecchio y Freije (2004), así como con los de las fases previas de este estudio para la misma región (IADO, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006).

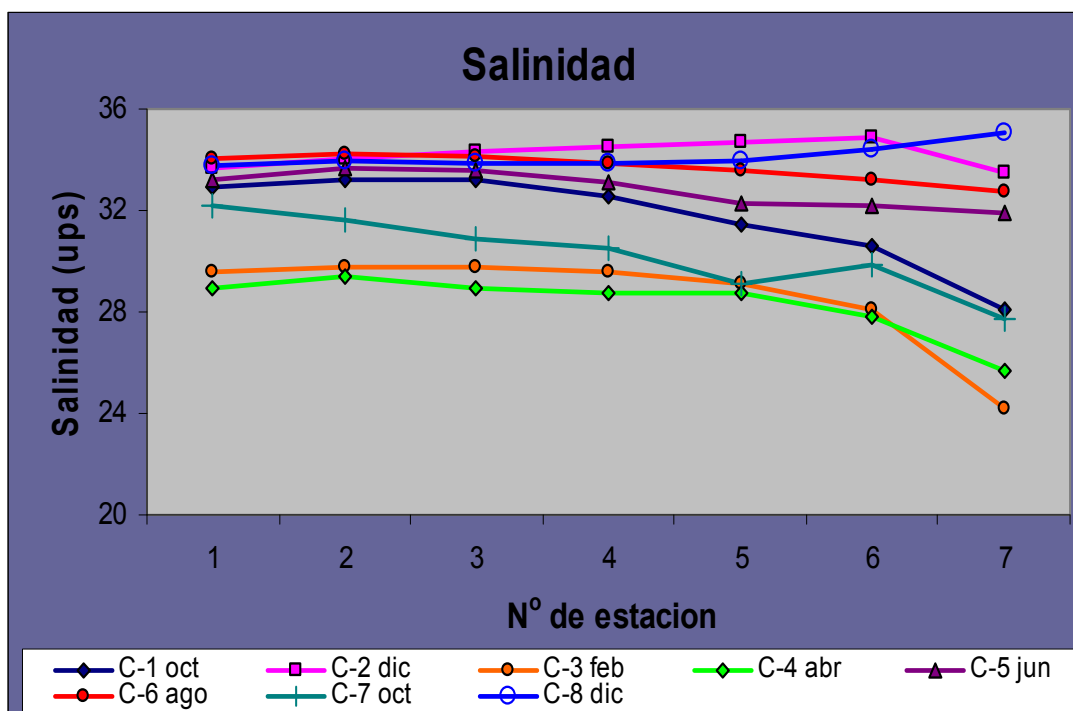


Figura 3: Distribución de valores de salinidad del agua en el área de estudio durante el período evaluado.

1.3. pH

Los valores de pH que se registraron durante el período estudiado también muestran una distribución homogénea en la mayoría de las estaciones de muestreo (**Figura 4**).

En general, estos valores variaron entre 7,2 upH (registrado en la Estación #1 en la campaña N°8 del 11 de diciembre de 2007) y 8,7 upH (en la estación #7 de la campaña N°5, el 05 de junio de 2007) (**Figura 4**). En general se puede observar que los valores de pH son menores en las campañas próximas a los meses en los que hubo florecimientos fitoplanctónicos en el sistema, en inversamente, son mayores en los alejados de ese tipo de fenómeno. Este tipo de relación ha sido oportunamente descrito para sistemas estuariales, incluido el de Bahía Blanca (Popovich et al., 2008; Popovich y Marcovechio, 2008).

Tanto la magnitud de los valores de pH registrados, como su tendencia general de distribución coinciden plenamente con los datos históricos, oportunamente informados para la región (Pucci et al., 1979, 1980; IADO, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006). Sin embargo, es importante destacar que los datos de pH

registrados en este estudio son ligeramente inferiores a los informados en el 2006 (IADO, 2006), que superaban las 8,9 upH y mostraron ser los mayores registrados para este sistema. En este caso la situación parece haber regresado a los valores históricos (Freije y Marcovecchio, 2004; Marcovecchio y Freije, 2004), y no mostró la tendencia incremental observada en el informe previo, aunque las diferencias correspondientes no resultan –en ningún caso- estadísticamente significativas ($p < 0.01$).

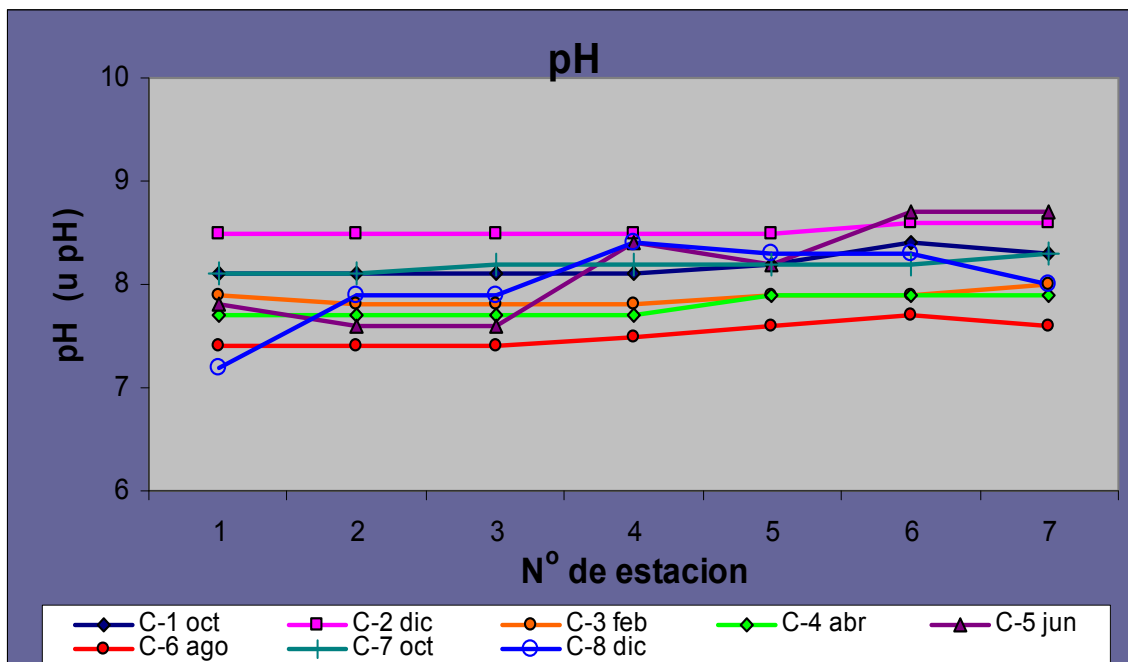


Figura 4: Distribución de valores de pH del agua en el área de estudio durante el período evaluado.

1.4. Turbidez

Al analizar los datos de turbidez registrados durante este período se observó una distribución homogénea a lo largo del año y para todas las estaciones de muestreo consideradas (**Figura 5**). Las concentraciones correspondientes variaron entre las 10 y 174 unt (**Figura 5**), con la excepción de los registros obtenidos en la campaña N°8 (diciembre de 2007), que resultaron significativamente mayores que los del resto del período (**Figura 5**).

Vale la pena acotar que los valores de turbidez pueden variar en función a diferentes factores, tanto naturales (por ejemplo, florecimientos fitoplanctónicos, resuspensión de sedimentos por efecto de tormentas, mayores aportes continentales, etc) o antrópicos (por ejemplo, dragado y/o refulado, descarga de efluentes, alteración de la circulación de las aguas, etc).

Si bien los valores de turbidez registrados son variables, su tendencia general de distribución coincide plenamente con los datos históricos, oportunamente informados para la región (IADO, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006).

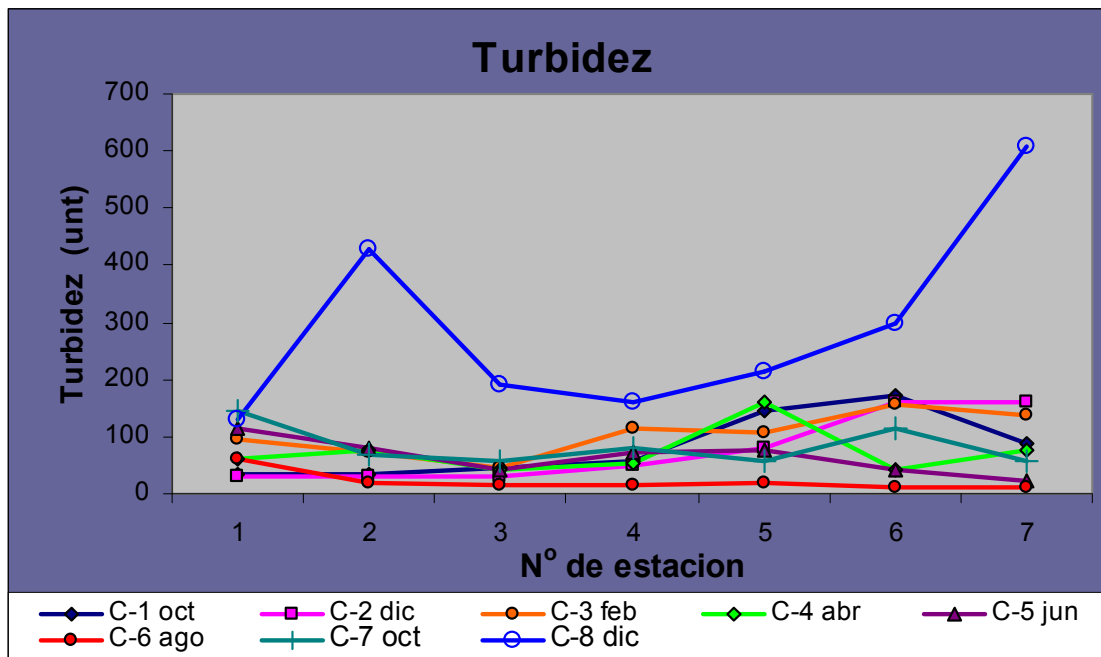


Figura 5: Distribución de valores de turbidez del agua en el área de estudio durante el período evaluado.

1.5. Oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de OD

La distribución de oxígeno disuelto que se observó durante el período analizado presentó sus concentraciones mayores durante el invierno y menores en las otras estaciones. Las concentraciones correspondientes variaron entre los 4,0 mg/L en la campaña N°1 (oct-06) y los 11,2 mg/L en la campaña N°5 (jun-07) (**Figura 6**), incluyendo además un valor atípico de 13,9 mg/L registrado en la estación #1 en la campaña N°8 (dic-07). Esta distribución está plenamente ligada al

ciclo del fitoplancton en el estuario, del cual se debe destacar que tiene su pico máximo de florecimiento en invierno.

Finalmente es importante remarcar que las concentraciones de oxígeno disuelto registradas durante todo el año (aún las más pequeñas) son totalmente aptas para el desarrollo de los procesos biológicos propios de este ambiente, y también en este caso los valores de O₂ disuelto obtenidos son consistentes con los oportunamente informados en trabajos previos realizados para esta zona Pucci *et al.* (1979; 1980), Freije *et al.* (1981) o IADO (1997, 2000, 2002, 2004, 2006).

Para comprender mejor el funcionamiento del sistema se puede considerar la distribución del porcentaje de saturación de oxígeno en el agua de la zona interior del estuario (**Figura 7**). En este caso se puede observar un nivel fisiológico normal del mencionado porcentaje en todas las campañas, con valores ligeramente inferiores en las campañas posteriores a los períodos de florecimientos fitoplanctónicos, como por ejemplo la de primavera tardía (51 – 91% en la C-1, octubre de 2006) y la de otoño (70 – 80% en la C-4, de abril de 2007), y superiores en las del resto del año (80 – 180%) (**Figura 7**), lo que indica que el sistema está altamente oxigenado (eventualmente hiperoxigenado).

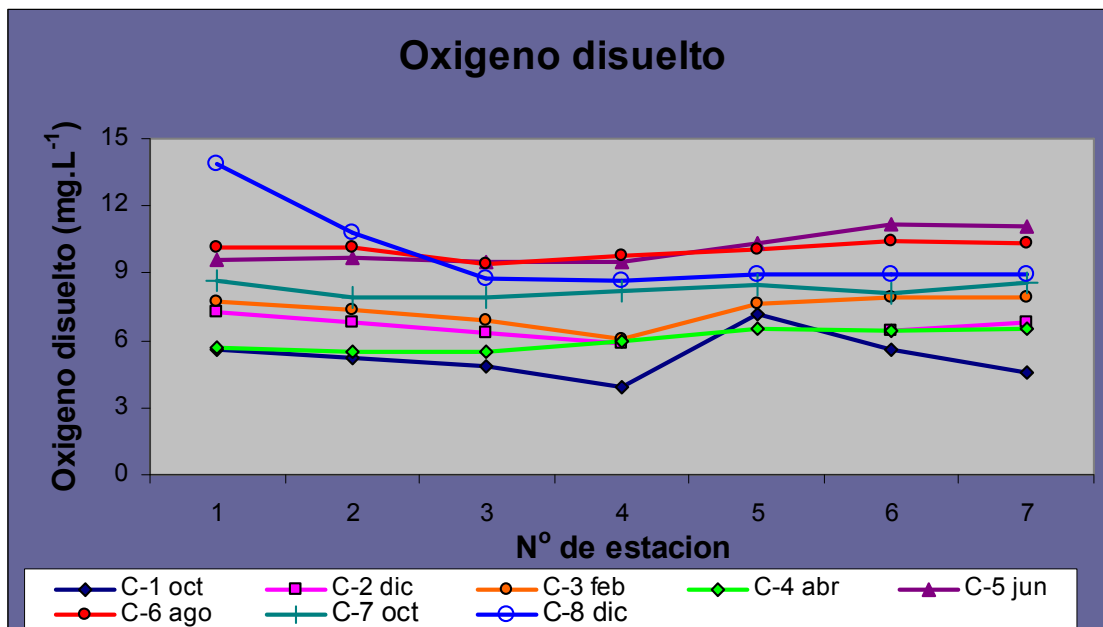


Figura 6: Distribución de valores de temperatura del agua en el área de estudio durante el período evaluado.

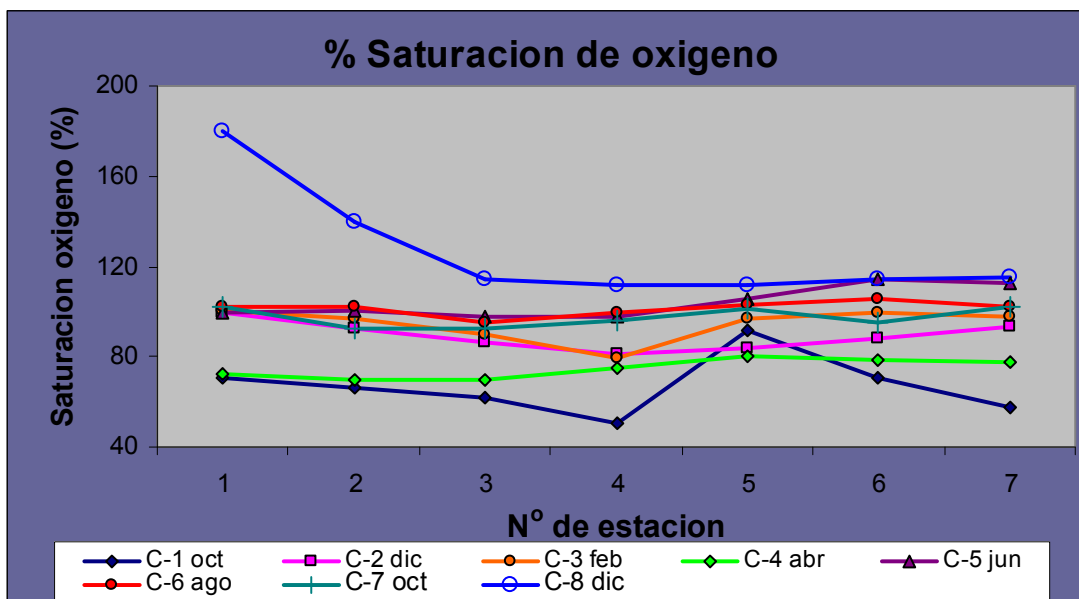


Figura 7: Distribución del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el agua del área de estudio durante el período evaluado.

1.6. Nutrientes inorgánicos

La distribución de compuestos nutritivos inorgánicos en la zona interior del estuario de Bahía Blanca, durante el período informado, presentaron tendencias muy claras, ligadas al funcionamiento del ambiente bajo estudio.

1.6.1. Nitrato y nitrito

Al estudiar la distribución de nitrato y nitrito se observó una coincidencia plena en cuanto a sus distribuciones espacio-temporales (a pesar de la diferencia en las magnitudes de sus concentraciones), con picos máximos en verano - otoño y mínimas en invierno – primavera temprana (**Figuras 8 y 9**).

Las concentraciones de nitrato variaron entre los 0,29 y 9,76 $\mu\text{moles/L}$ en invierno tardío (C-6, 06 de agosto de 2007), y los 11,04 y 23,38 $\mu\text{moles/L}$ en otoño temprano (C-4, 09 de abril de 2007) (**Figura 8**).

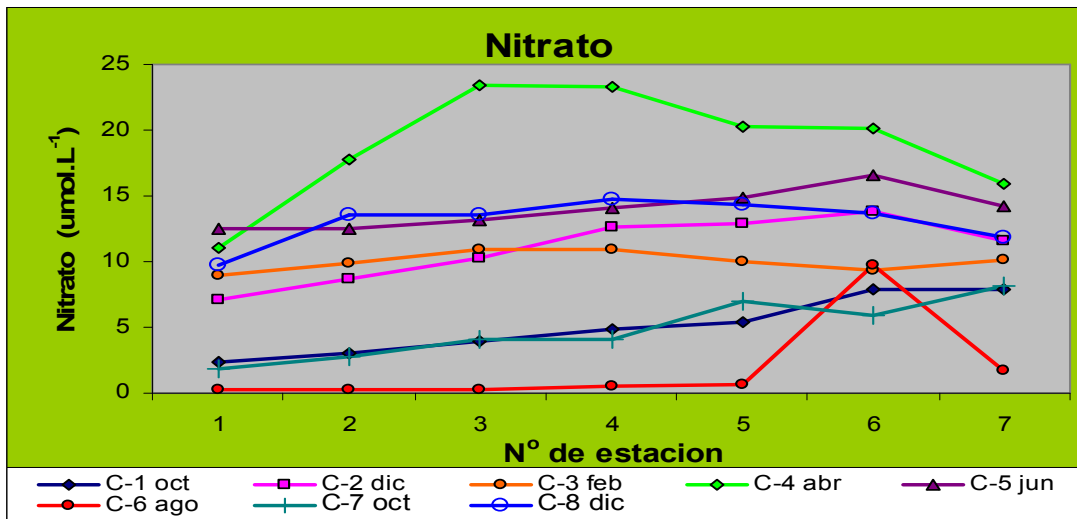


Figura 8: Distribución de valores de nitrato en el agua del área de estudio durante el período evaluado.

Por su parte las concentraciones de nitrito variaron entre los 0,05 y los 0,07 $\mu\text{moles/L}$ en invierno (C-6, 06 de agosto de 2007), y los 2,97 y 8,52 $\mu\text{moles/L}$ en inicios del otoño (C-4, 09 de abril de 2007) (**Figura 9**). Esta tendencia en la distribución -que se observa en ambas figuras- es característica del ciclo de nutrientes de nitrógeno en ambientes como el estuario de Bahía Blanca, y está íntimamente asociado tanto a los efectos del consumo de nutrientes por el fitoplancton, como de regeneración a través de procesos físico-químicos propios de un sistema estuarial. La sincronía de ambas distribuciones indica que no se produjeron eventos anormales durante el período estudiado, tal como oportunamente informaran Popovich et al (2008) y Popovich y Marcovecchio (2008) para este mismo sistema.

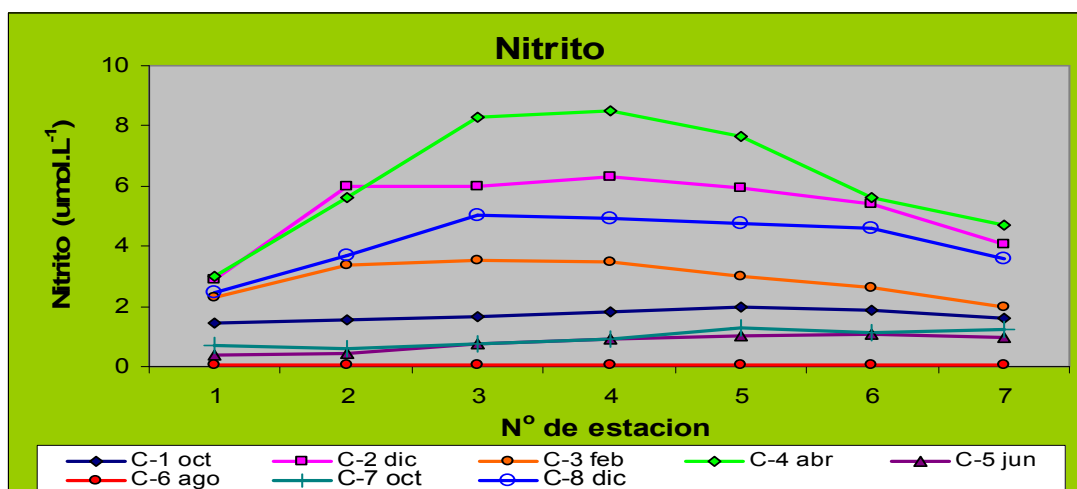


Figura 9: Distribución de valores de nitrito en el agua del área de estudio durante el período evaluado.

Los niveles de nitrato y nitrito así como su distribución temporal coinciden con los antecedentes históricos del ambiente evaluado (Pucci *et al.*, 1979 ; 1980 ; Freije *et al.*, 1981; Freije y Marcovecchio, 2004; Marcovecchio y Freije, 2004)), así como con los valores determinados durante las fases previas de este estudio (IADO, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006).

1.6.2. Amonio

Diferente es la tendencia mostrada por el amonio, que mantuvo sus concentraciones (o aún las aumentó) durante todo el período evaluado, con valores que oscilaron entre los 6,00 a 8,57 $\mu\text{mol NH}_4/\text{L}$ (en la C-3, de febrero de 2007) y los 20,35 y 61, 95 NH_4/L (en la C-4, de abril de 2007) ; como dato importante de este proceso se puede destacar que este nutriente no llega al agotamiento en ningún momento (durante este período), lo que significa tanto que el sistema se presenta plenamente productivo como que el proceso de amonificación es dominante en esta región (**Figura 10**).

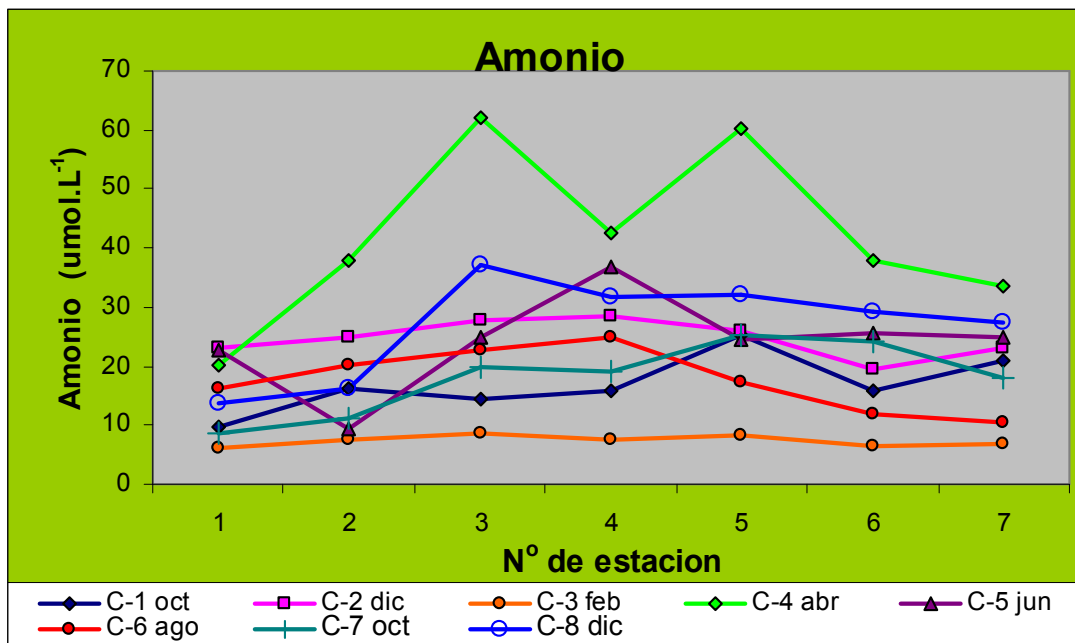


Figura 10: Distribución de valores de amonio en el agua del área de estudio durante el período evaluado.

Tanto los valores de amonio medidos como la tendencia de distribución identificada coinciden con los antecedentes históricos existentes en la zona (IADO, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006).

1.6.3. Fosfato

En el caso de los compuestos nutritivos de fósforo se analizó la distribución de fosfato, que presentó una tendencia plenamente coincidente con la previamente descrita para nitrato y nitrito, aunque también en este caso hay que destacar que aún en el momento de máximo consumo (invierno) no llega a ser agotado (**Figura 11**). Los valores registrados oscilaron entre los 1,72 y 5,45 $\mu\text{mol PO}_4/\text{L}$, llegando durante el florecimiento a los 0,99 – 1,27 $\mu\text{mol PO}_4/\text{L}$; posteriormente al desarrollo de este proceso biológico comienza a regenerarse el fosfato, que llegó a alcanzar niveles de 3,87 – 5,45 $\mu\text{mol PO}_4/\text{L}$ durante el verano (**Figura 11**). Este tipo de dinámica de fósforo fue previamente descrita por Popovich et al (2008) para este mismo ambiente.

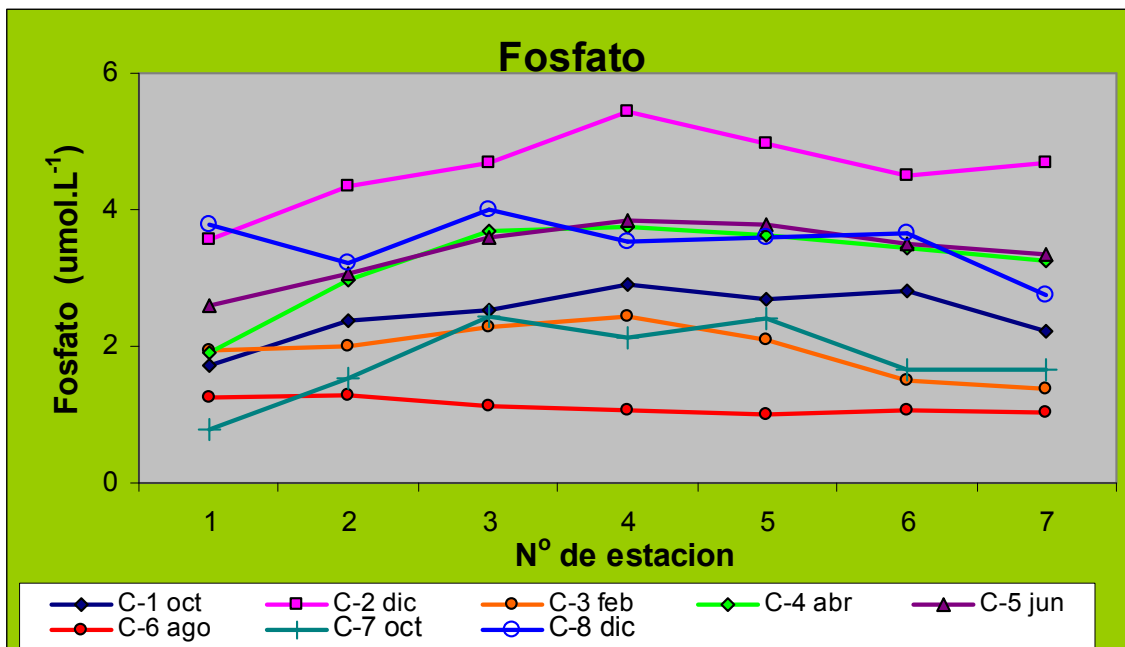


Figura 11: Distribución de valores de fosfato en el agua del área de estudio durante el período evaluado.

Los niveles de fosfato así como su distribución temporal coinciden con los antecedentes históricos del ambiente evaluado (Pucci *et al.*, 1979 ; 1980 ; Freije *et al.*, 1981; Freije y Marcovecchio, 2004; Marcovecchio y Freije, 2004), así como con los valores determinados durante las fases previas de este estudio (IADO, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006).

1.6.4. Silicato

Los compuestos nutritivos de silicio mostraron una tendencia mucho más estable, que también presentó su pico de consumo en el invierno (desde los 84,96 – 150,80 $\mu\text{mol SiO}_3/\text{L}$ hasta los 35,0 – 62,14 $\mu\text{mol SiO}_3/\text{L}$) (**Figura 12**). Este consumo de silicato es muy razonable, teniendo en cuenta que el florecimiento fitoplanctónico que ocurre en Bahía Blanca está dominado por diatomeas, que son muy fuertes consumidores de este compuesto para la construcción de sus frústulos. Por otro lado, es interesante destacar que, una vez finalizado el florecimiento los niveles de silicato vuelven a aumentar, hasta llegar a concentraciones de hasta 150 $\mu\text{mol SiO}_3/\text{L}$ hacia fines de la primavera (**Figura 12**).

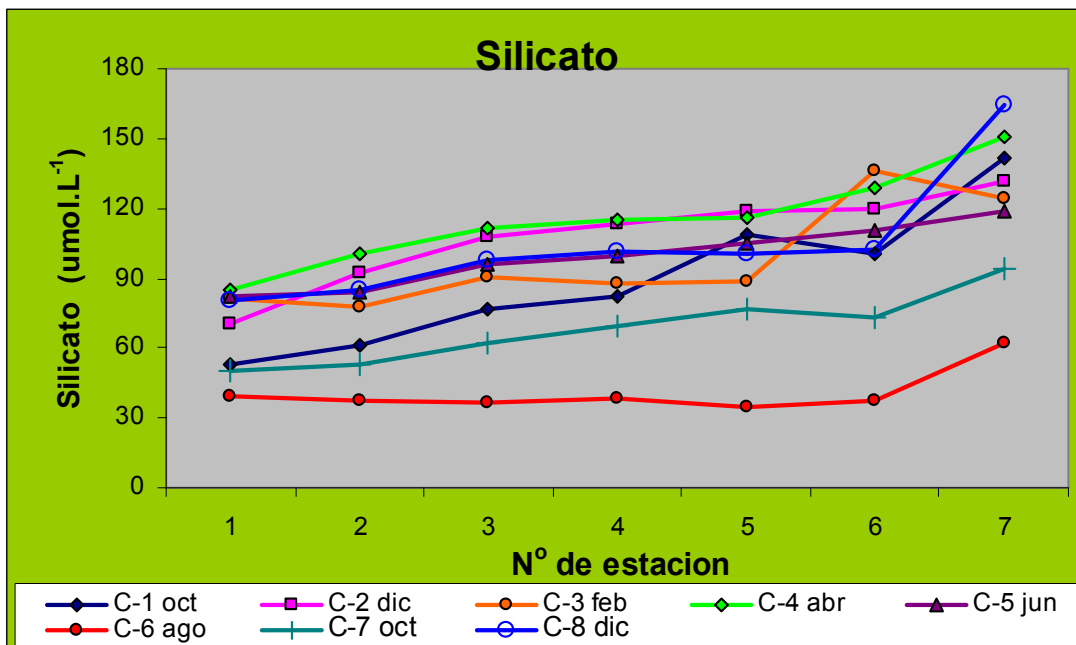


Figura 12: Distribución de valores de silicato en el agua del área de estudio durante el período evaluado.

Los niveles de silicato así como su distribución temporal coinciden con los antecedentes históricos del ambiente evaluado (Pucci *et al.*, 1979 ; 1980 ; Freije *et*

al., 1981; Freije y Marcovecchio, 2004; Marcovecchio y Freije, 2004), así como con los valores determinados durante las fases previas de este estudio (IADO, 1997, 2000, 2002, 2004, 2006).

1.7. Materia orgánica

El análisis de materia orgánica particulada (MOP) mostró un patrón regular con un amplio rango de concentraciones, que oscilaron entre los 152 mg C/L (estación N°5, C-7 de octubre de 2007) y 4307 mg C/L (estación N°6, C-8 de diciembre de 2007) (**Figura 13**). Además, se pudo observar una campaña (C-4, de abril de 2007) en la que las concentraciones de MOP fueron significativamente mayores (5341 a 10683 mg C/L) (**Figura 13**), lo que indica que hubo un ingreso extraordinario a través de las vías naturales o artificiales (o ambas). El tipo de patrón observado a lo largo del diseño muestral permite sostener que se produce un fenómeno de resuspensión a partir de los puntos donde la MOP ingresa al sistema (por ej., arroyos, desagües, cloacas, etc) o donde se genera (por ej., degradación de organismos, etc).

Es importante destacar que el estuario muestra un nivel básico o piso de MOP suficientemente alto como para sustentar a los procesos biológicos que pueden requerir dichos compuestos, y que –a través de procesos biogeoquímicos de mineralización/remineralización- también puede aportar un suplemento extra de nutrientes inorgánicos al sistema. Por otro lado, estas concentraciones de MOP deben ser monitoreadas ya que son potenciales consumidoras de oxígeno disuelto del sistema. Los niveles de MOP determinados (**Figura 13**), así como la gran riqueza del sistema en oxígeno disuelto (**Figuras 6 y 7**) permiten sostener que no hay en este sentido riesgos ambientales inmediatos; sin embargo, y a partir de situaciones como la observada en la C-4, mencionada en párrafos previos, la vigilancia permanente del sistema facilitará la identificación temprana de procesos de este tipo, y la toma de las medidas correctivas que correspondan.

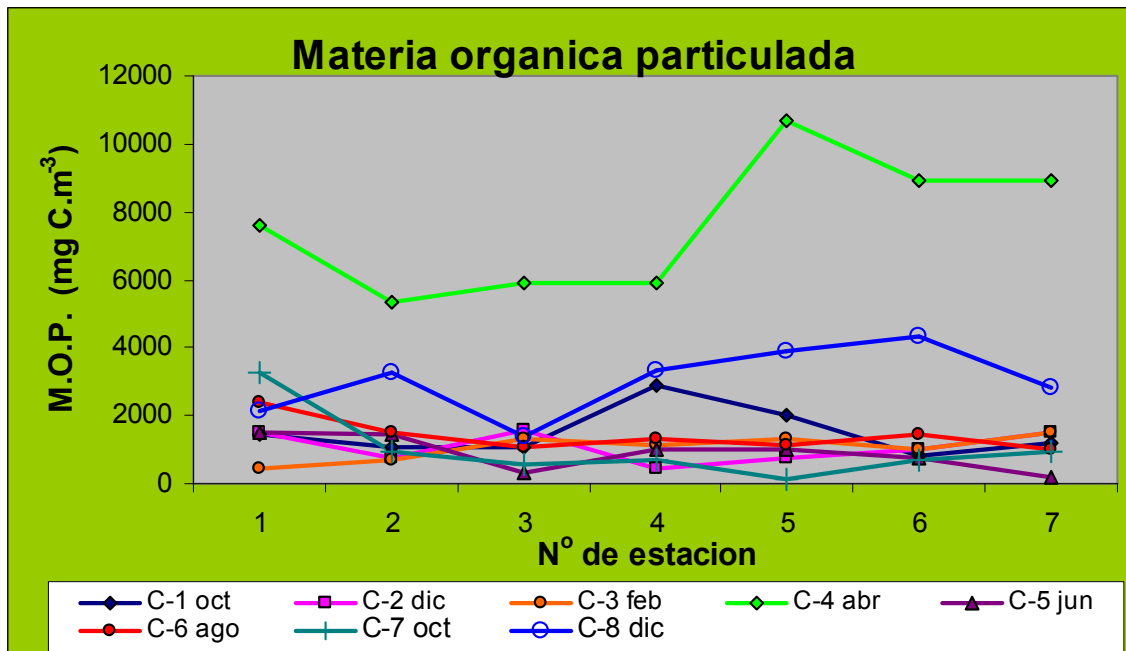


Figura 13: Distribución de valores de materia orgánica particulada en el agua del área de estudio durante el período evaluado.

c. Pigmentos fotosintetizadores

La clorofila *a* es un indicador típico de la biomasa de fitoplancton presente en el sistema, así como de su evolución temporal y distribución espacial. En el período que aquí se informa se ha podido establecer que la producción biológica del estuario presentó dos etapas claramente definidas. Una etapa de baja producción biológica, que en el período evaluado estuvo representada en las campañas N°1, 2, 4, 5 y 7 (correspondientes a los meses de octubre/06, diciembre/06, abril/07, junio/07 y octubre/07), en la cual los valores de clorofila *a* variaron entre los 0,72 y 7,04 $\mu\text{g/L}$ (**Figura 14**). La segunda etapa, de alta producción biológica, se dio en las campañas de invierno (C-6, de agosto/07) y de verano tardío (C-3, de febrero/07), que alcanzaron valores de clorofila *a* próximos a los 13 $\mu\text{g/L}$ respectivamente. Además, se puede agregar que una de las campañas realizadas en primavera tardía (C-8, de diciembre/07) presentó una concentración alta de clorofila *a* en una estación externa (Est.#2), con valores de $\sim 11 \mu\text{g/L}$ (**Figura 14**). Estos valores son altos para un sistema estuarial costero, y coincide plenamente con las descripciones de otros autores, quienes han referido que se mantienen así -con oscilaciones naturales ocasionales- desde hace varias décadas,

habiéndose determinado que este proceso corresponde a un gran florecimiento invernal del fitoplancton dominado por diatomeas (fundamentalmente *Thalassiosira curviseriata*) (Freije *et al.*, 1981 ; Gayoso, 1989 ; Popovich & Gayoso, 1999). Los contenidos de clorofila *a* registrados en este período, así como el momento en que esto ocurrió, son claros indicadores de un normal funcionamiento eco-fisiológico del estuario, y coinciden plenamente con descripciones históricas (Popovich *et al.*, 2008; Popovich y Marcovecchio, 2008).

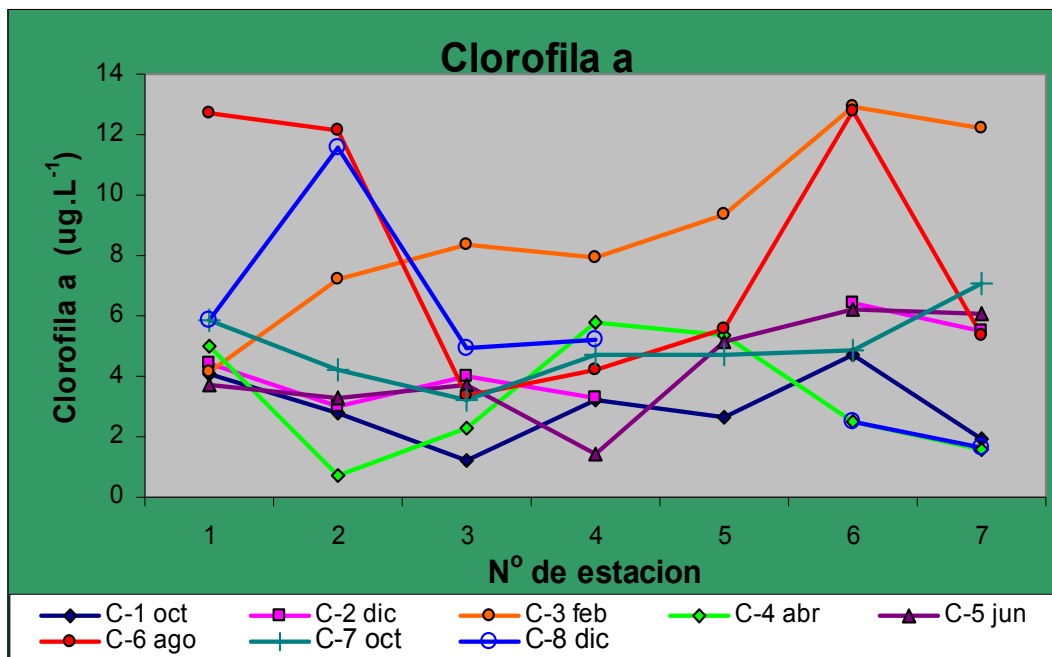


Figura 14: Distribución de valores de clorofila *a* en el área de estudio durante el período evaluado.

Por su parte los feopigmentos son productos de degradación de la clorofila, y su presencia es indicadora tanto del grado de senescencia de la asociación fitoplanctónica como del pastoreo que el zooplancton ejerce sobre el fito. La distribución de feopigmentos observada en este período (**Figura 15**) permite sostener que ambos procesos ocurrieron sincrónicamente en el estuario.

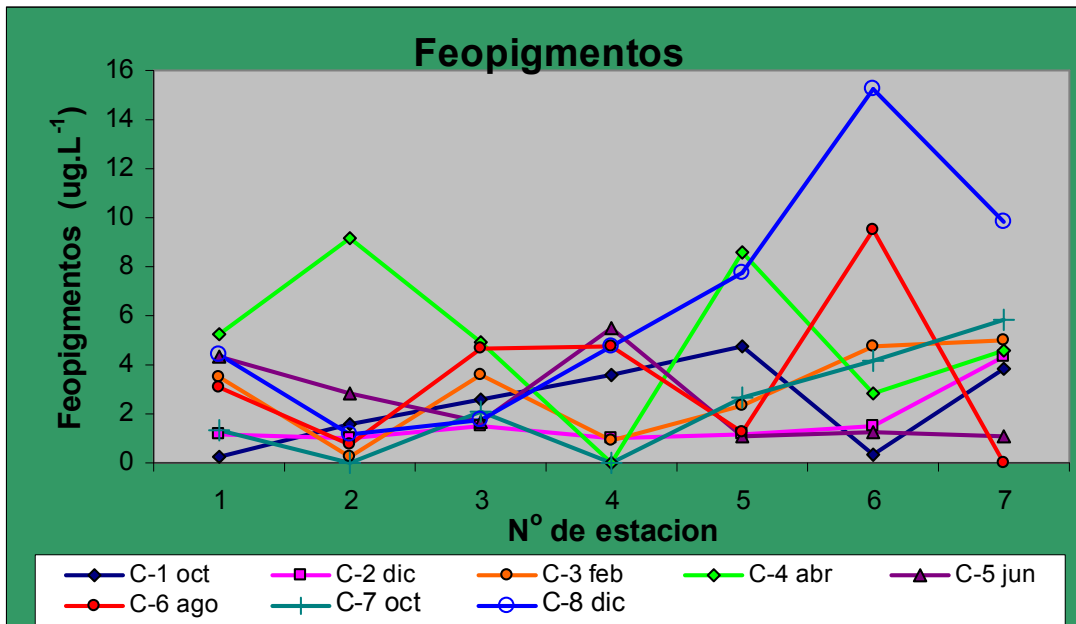


Figura 15: Distribución de valores de feopigmentos en el área de estudio durante el período evaluado.

2. ESTUDIO DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE TOXICAS :

En este segundo aspecto del estudio se evaluaron los contenidos de algunos *metales pesados* potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Fe, Mn, Hg) tanto disueltos en el agua del estuario como retenidos en los sedimentos superficiales del mismo. Asimismo, se determinaron los contenidos de los mismos metales en tejidos (músculo comestible e hígado) de tres (3) especies de peces muy características del estuario: el tiburón gatuzo (*Mustelus schmitti*), la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y la pescadilla común (*Cynoscion striatus*).

También se determinaron los contenidos de *hidrocarburos totales* disueltos/dispersos en el agua del estuario así como concentrados en los sedimentos superficiales.

Por último, en tres de las campañas de investigación realizadas se determinaron los contenidos de compuestos organoclorados en los sedimentos del estuario.

2.1. METALES PESADOS

2.1.1. Cadmio

Se registraron concentraciones de *cadmio disuelto* en el agua de la zona bajo estudio en cuatro (4) de las ocho (8) campañas realizadas. En tal sentido cabe mencionar que los valores medidos alcanzaron niveles de 0,69 µg/L (C-2, diciembre/06), 0,75 µg/L (C-3, febrero/07), 1,21 µg/L (C-5, junio/07), y 0,48 µg/L (C-7, octubre/07) (**Figura 16.a**). Este hecho debe ser cuidadosamente considerado, teniendo en cuenta que la presencia de metales disueltos es indicadora de “ingreso reciente al sistema”, ya que esta fase de los compuestos metálicos es sumamente efímera y es desplazada rápidamente hacia los otros compartimientos del sistema (por ej., material particulado en suspensión, sedimentos, organismos). Por lo tanto, la detección de las mencionadas concentraciones de Cd disuelto en el agua indica que está ingresando actualmente, y que –por lo tanto– existe una o varias fuentes que lo están introduciendo al sistema.

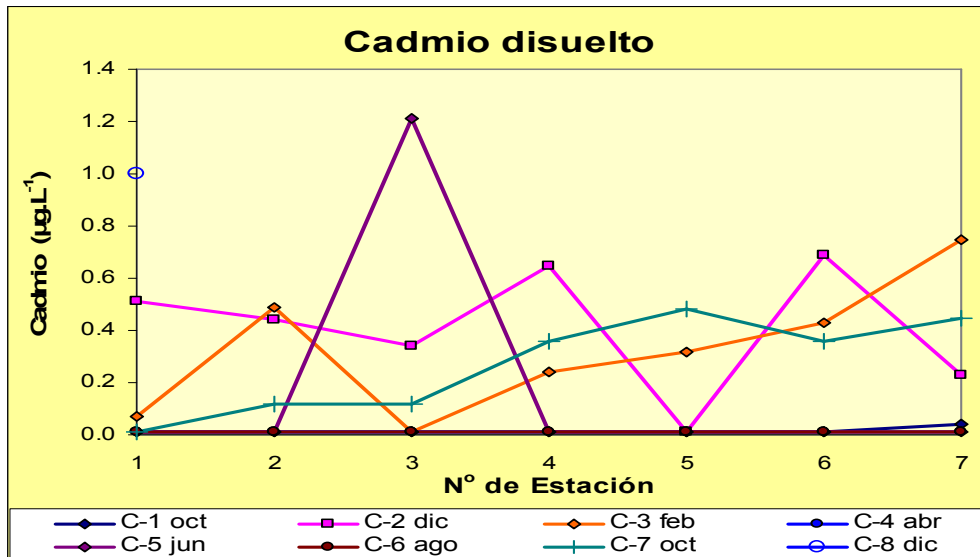


Figura 16.a: Distribución de las concentraciones de cadmio disuelto en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Por su parte, al analizar la presencia de cadmio en los sedimentos superficiales se observó una tendencia sostenida en las campañas evaluadas, con valores similares en las estaciones analizadas, y con un ligero incremento (estadísticamente no significativo) hacia las estaciones interiores del estuario (**Figura 16.b**). El rango de valores de cadmio determinados en los sedimentos fue de 0.70 – 2,13 µg Cd/g, en peso seco.

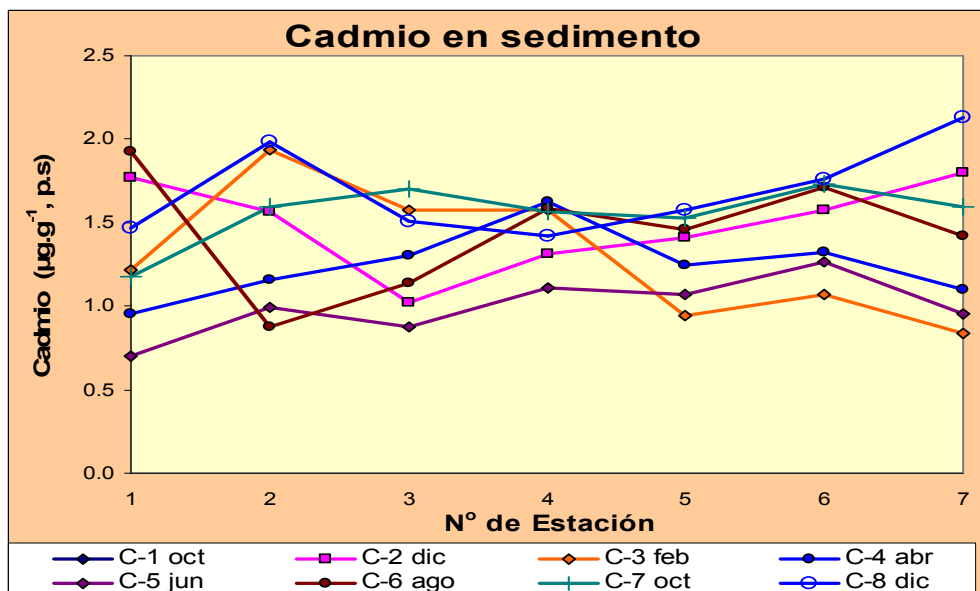


Figura 16.b: Distribución de las concentraciones de cadmio en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Los valores de Cd determinados en sedimentos durante este período fueron similares a los que se reportaron previamente para la misma zona: por ej.,

valores de hasta 3.0 $\mu\text{g/g}$ -en peso seco- (IADO, 1997) y de 1.5 $\mu\text{g/g}$ –en peso seco- (IADO, 2000). Por otro lado, en esos monitoreos se pudo observar ingresos irregulares pero mucho más frecuentes de cadmio disuelto al sistema evaluado, con valores que llegaron hasta los 1.2 $\mu\text{g/L}$ (IADO, 1997) y los 1.8 $\mu\text{g/L}$ (IADO, 2000). También vale aclarar que estos valores son de igual magnitud que los informados por otros autores en la década de los '80, como por ejemplo Pucci (1988) y Villa (1988), así como con datos históricos informados por otros autores (por ej., Freije y Marcovecchio, 2004; Marcovecchio y Freije, 2004; Marcovecchio y Ferrer, 2005; Botté et al., 2008).

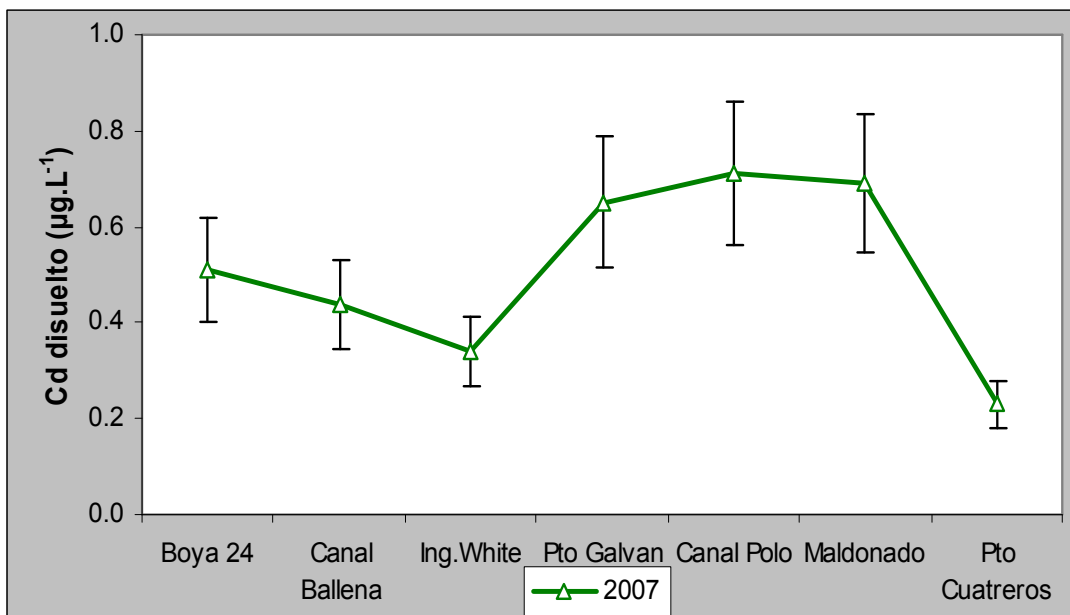


Figura 17.a: Distribución de valores de cadmio disuelto (media anual \pm desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007.

La **Figura 17** muestra la distribución comparativa de los valores de Cd disuelto determinados en las fases previas de este Programa de Monitoreo respecto de las del presente Informe. En tal sentido, y en término de concentraciones medias anuales, es posible observar que los niveles cadmio disuelto han aumentado en el sistema con respecto a los valores determinados en los programas de 2002 y de 2005. Esto ratifica lo previamente comentado sobre la existencia de fuentes de este metal que lo están introduciendo al estuario actualmente. Vale también reiterar que esto ya había sido informado en lo correspondientes Informes de las etapas previas (IADO, 2002; 2006).

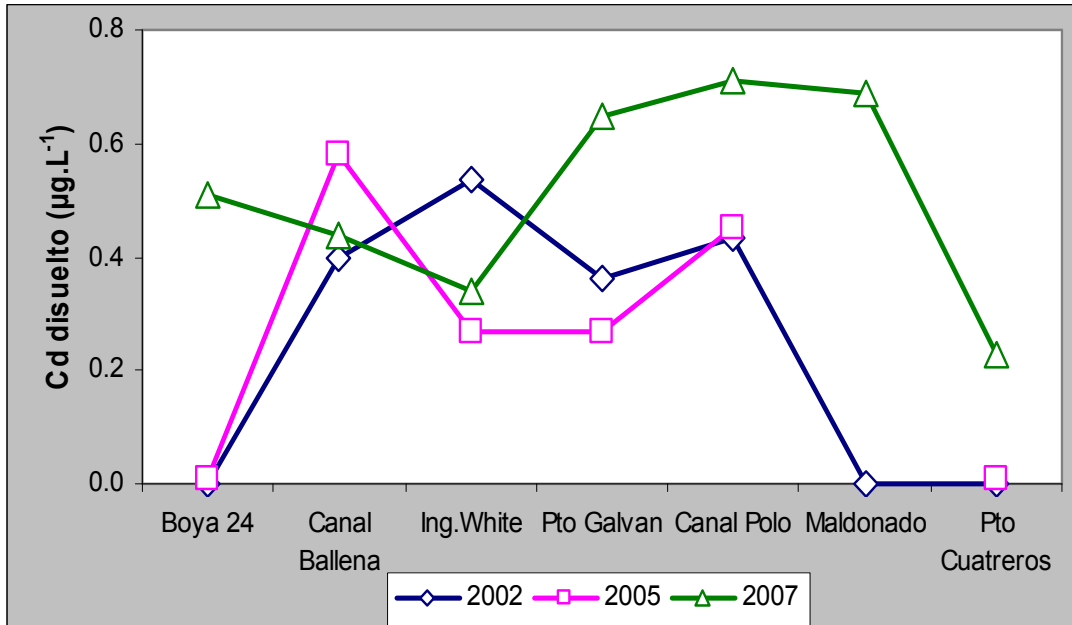


Figura 17.b: Distribución comparativa de valores de cadmio disuelto de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007.

Además, en la **Figura 18** se presenta un análisis similar para el Cd en sedimentos de la región bajo estudio. También en este caso se observa una tendencia creciente en los niveles de Cd con respecto a los determinados en las etapas anteriores del Monitoreo, lo que permite sostener que este metal se está acumulando en los sedimentos de la zona interna del estuario, tal y como se informó en las fases previas de este estudio (IADO, 2002; 2006).

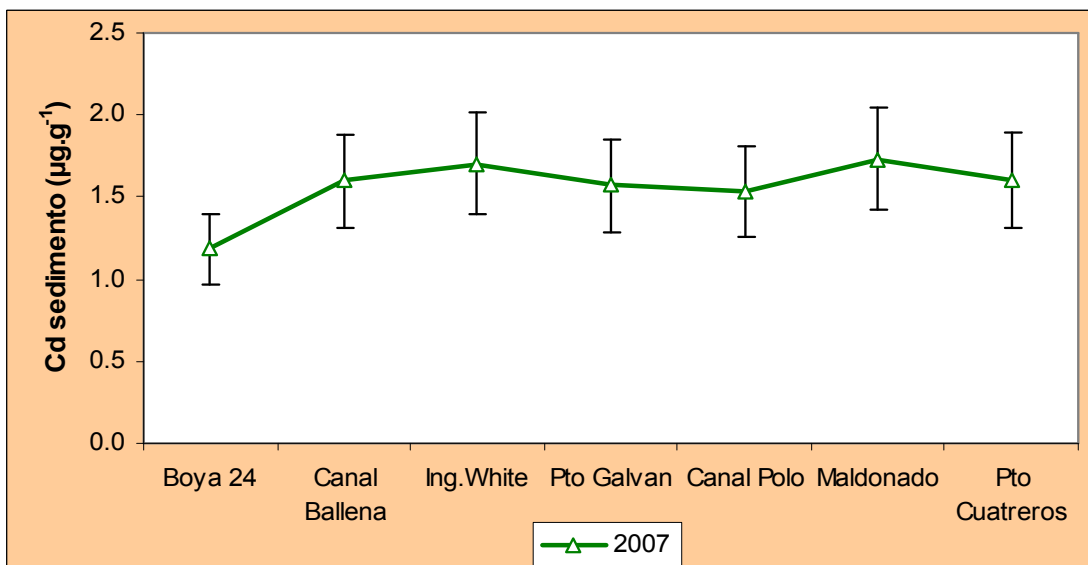


Figura 18.a: Distribución de valores de cadmio en sedimentos (media anual ± desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007.

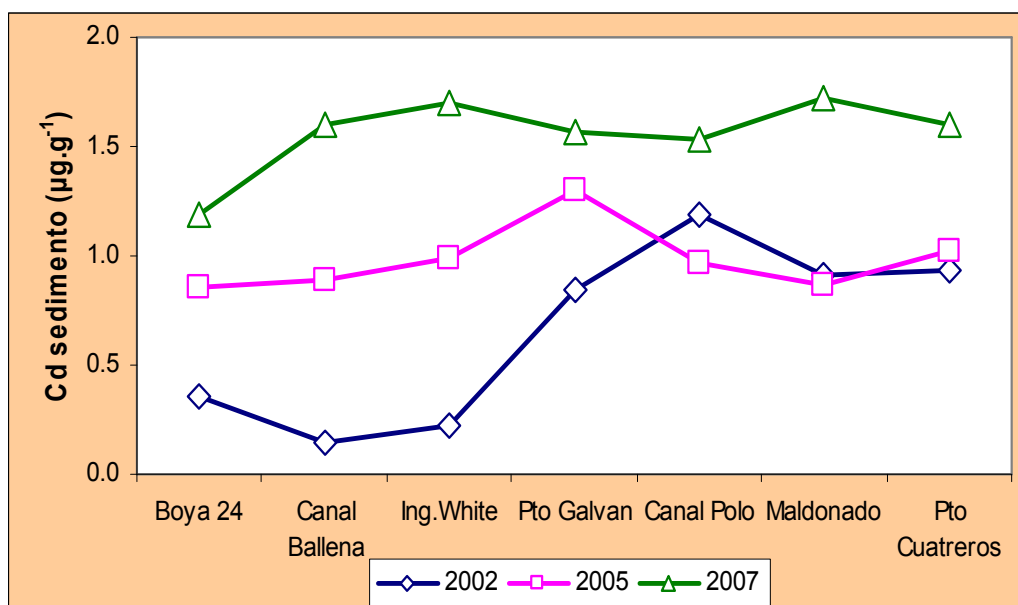


Figura 18.b: Distribución comparativa de valores de cadmio en sedimentos de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007.

2.1.2. Plomo

En el caso de la evaluación de plomo durante el período que aquí se informa, mostró resultados diferentes a los comentados para el cadmio. En este caso, se registró *plomo disuelto* en las todas las campañas realizadas, alcanzando valores de hasta 15,68 µg/L (**Figura 19.a**). La distribución observada parece indicar que los niveles de plomo disuelto registrados, también tienen una tendencia incremental hacia la zona interior del estuario. Estos resultados muestran que este metal está ingresando actualmente al sistema, pero no son suficientes como para identificar si proviene de una fuente puntual (por ej., una o varias descargas) o si ingresa por una vía difusa (por ej., deposición atmosférica).

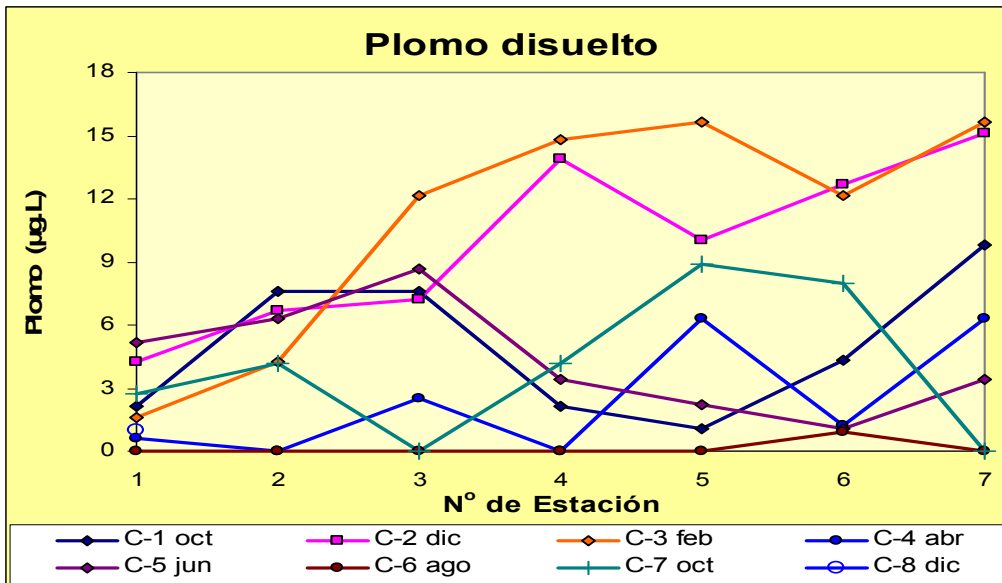


Figura 19.a: Distribución de las concentraciones de plomo disuelto en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

En los sedimentos superficiales estudiados en este período se determinaron valores de plomo que oscilaron entre los 7,49 y 42,71 $\mu\text{g Pb/g}$, en peso seco (**Figura 19.b**), medidos en las C-4 (abril/07) y C-5 (junio/07) respectivamente. También este metal mostró en los sedimentos una tendencia igual a la descrita para el cadmio, con las menores concentraciones en las estaciones de la zona exterior y las máximas en la zona interior del estuario (**Figura 19.b**).

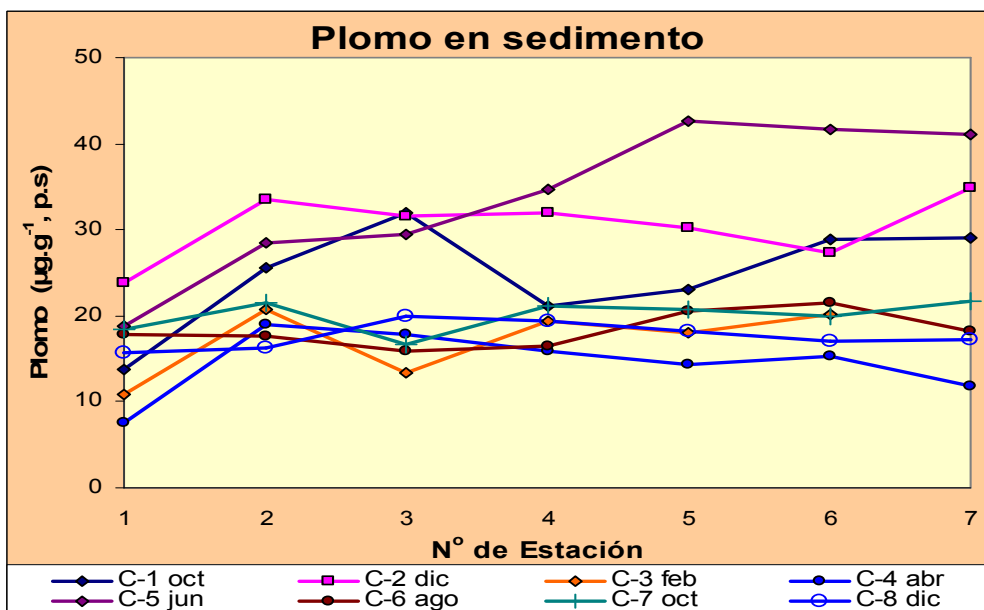


Figura 19.b: Distribución de las concentraciones de plomo en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Al comparar estos valores con datos históricos de la región se pudo observar que se mantiene el ingreso de plomo disuelto al sistema, tal y como lo reportado previamente, pero con algunos valores que superan significativamente a los registrados en monitoreos previos, como por ejemplo los de 5 µg/L (con picos de hasta 8 µg/L) (IADO, 1997), así como de 6.55 µg/L (IADO, 2000) o los 9,17 µg/L (IADO, 2006).

Otro cambio significativo se dio en los valores de Pb en sedimentos. En este sentido se pudo observar que en algunas de las campañas realizadas (por ej., C-3, C-4, C-6, C-7 y C-8) las concentraciones de Pb fueron similares -en promedio- a los históricos, que llegaron hasta los 27 µg/g -peso seco- (IADO, 1997) y a los 21 µg/g (IADO, 2000). Sin embargo, también se registraron niveles mayores de Pb en las otras campañas (C-1, C-2, y C-5) en las que los valores llegaron a los 31,07 , 34,80 y 42,71 µg/g respectivamente (**Figura 19.b**). Algunos de estos últimos valores son mayores que los históricos publicados para la región (Freije y Marcovecchio, 2004; Marcovecchio y Ferrer, 2005).

La **Figura 20** muestra la distribución comparativa de los valores de Pb disuelto determinados en las fases previas de este Programa de Monitoreo respecto de las del presente Informe. En tal sentido, y en término de concentraciones medias anuales, es posible observar que los niveles de plomo disuelto en el sistema son similares con respecto a los valores determinados en los programas de 2002 y de 2005, y no se registran diferencias significativas entre ellos. Esto indica que las fuentes actuales de este metal existen y que lo están introduciendo al estuario, pero también que en los últimos años la magnitud de ese ingreso no ha aumentado considerablemente.

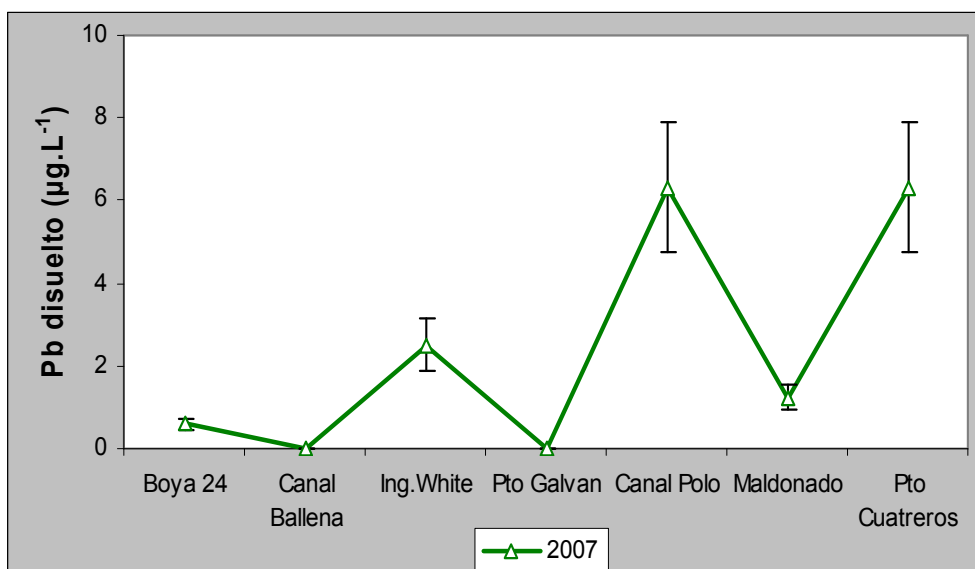


Figura 20.a: Distribución de valores de plomo disuelto (media anual \pm desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007.

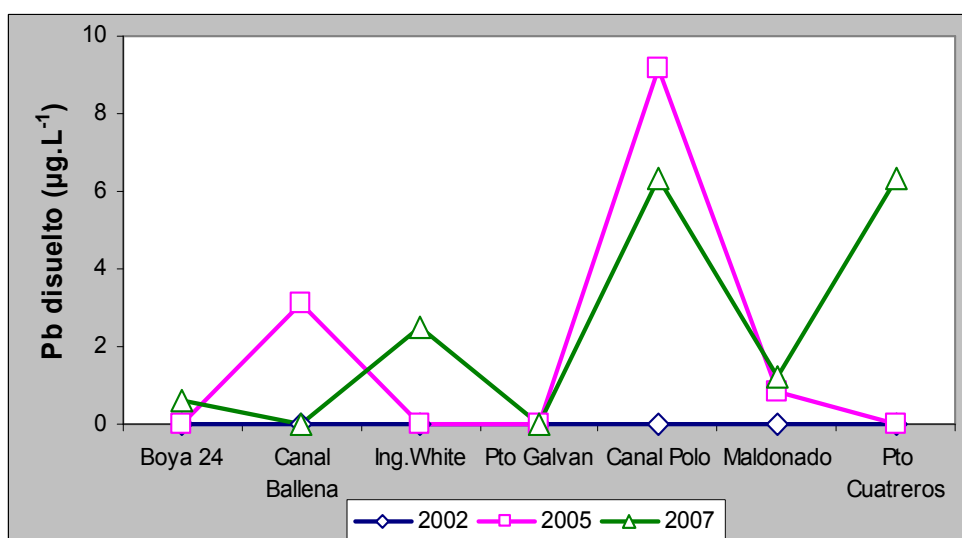


Figura 20.b: Distribución comparativa de valores de plomo disuelto de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007.

Además, en la **Figura 21** se presenta un análisis similar para el Pb en sedimentos de la región bajo estudio. También en este caso se observa una tendencia similar en la distribución de los niveles de Pb con respecto a los determinados en las etapas anteriores del Monitoreo, lo que permite sostener que este metal se sigue acumulando en los sedimentos a tasas similares en la zona

interna del estuario, tal y como se informó en las fases previas de este estudio (IADO, 2002; 2006).

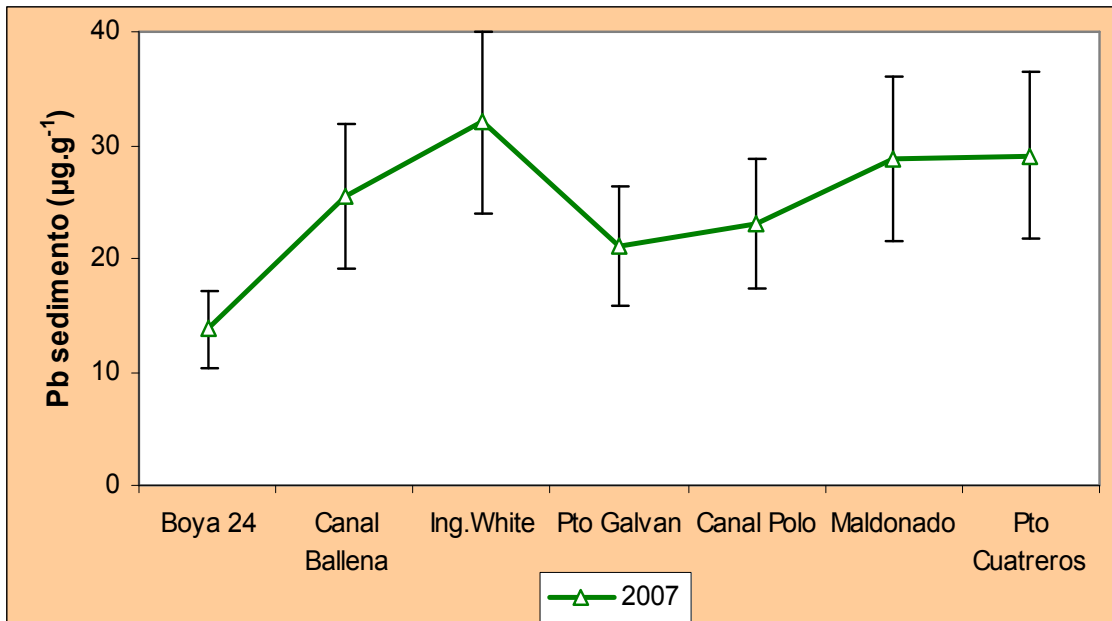


Figura 21.a: Distribución de valores de plomo en sedimentos (media anual ± desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007.

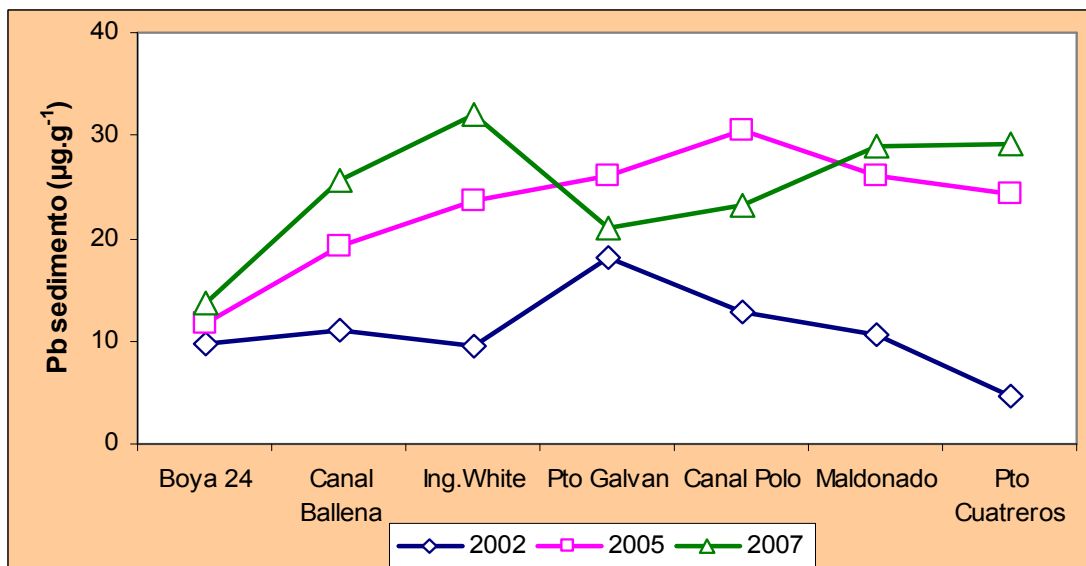


Figura 21.b: Distribución comparativa de valores de plomo en sedimentos de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007.

2.1.3. Cobre

En el caso del cobre también fue registrado tanto en forma disuelta como en los sedimentos superficiales del sistema evaluado. Las concentraciones de *cobre disuelto* que se midieron en este período oscilaron entre los 0,83 y 3,04 $\mu\text{g/L}$, con una tendencia sostenida a lo largo del período estudiado (**Figura 22.a**). En este caso la distribución de cobre disuelto fue homogénea, sin mostrar puntos críticos a lo largo de la grilla muestreada, a pesar que las concentraciones más altas fueron registradas en las Est.#4, #5, #6 y #7. Este tipo de distribución permite pensar en dos tipos básicos de situaciones: (i) Ingreso multipuntual de cobre al sistema, que determina la distribución homogénea que se registró ; o, (ii) Ingreso de Cu a partir de la atmósfera, con difusión posterior al agua del estuario. Ambas posibilidades generan una distribución global homogénea de cobre disuelto en el sistema (**Figura 22.a**). En la mayoría de las campañas se observó una tendencia ligeramente creciente desde la zona externa hacia la interna del estuario.

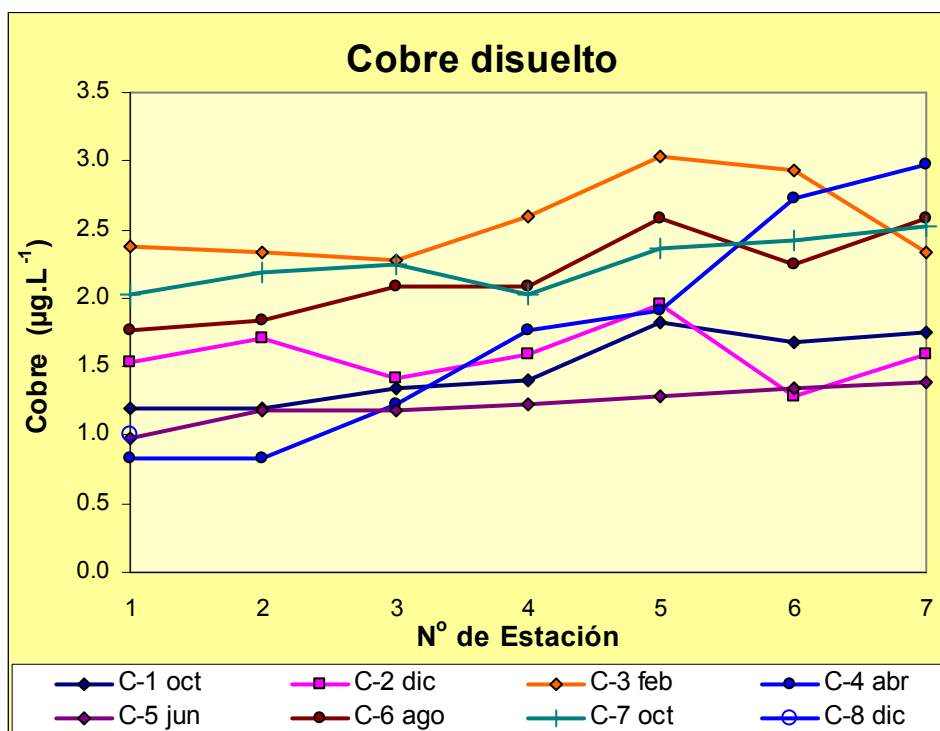


Figura 22.a: Distribución de las concentraciones de cobre disuelto en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Por otro lado, en los sedimentos del estuario se registraron concentraciones de cobre que variaron entre los 5,35 y 25,90 $\mu\text{g Cu/g}$, en peso seco (**Figura 22.b**). También en este caso se observa una tendencia de concentraciones crecientes de Cu desde las estaciones exteriores hacia las interiores (**Figura 22.b**).

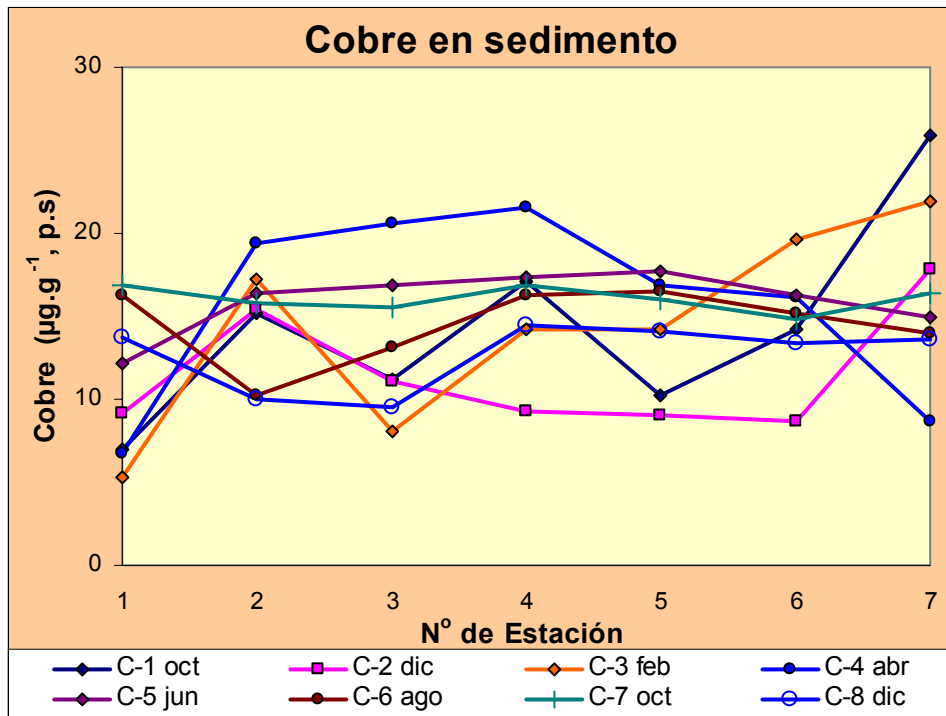


Figura 22.b: Distribución de las concentraciones de cobre en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Tanto los valores de Cu disuelto como los de Cu en sedimentos fueron ligeramente superiores, aunque del mismo orden de magnitud, que los informados por Villa (1988), Pucci (1988), Marcovecchio y Freije (2004) y Marcovecchio y Ferrer (2005), y similares a los de las fases previas de este programa de monitoreo (IADO, 2002, 2004, 2006).

Además, la **Figura 23** muestra la distribución comparativa de los valores de Cu disuelto determinados en las fases previas de este Programa de Monitoreo respecto de las del presente Informe. En tal sentido, y en término de concentraciones medias anuales, es posible observar que los niveles de cobre disuelto en el sistema son similares con respecto a los valores determinados en los

programas de 2002 y de 2005, y no se registran diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Esto indica que las fuentes actuales de este metal existen y que lo están introduciendo al estuario, pero también que en los últimos años la magnitud de ese ingreso no ha aumentado considerablemente.

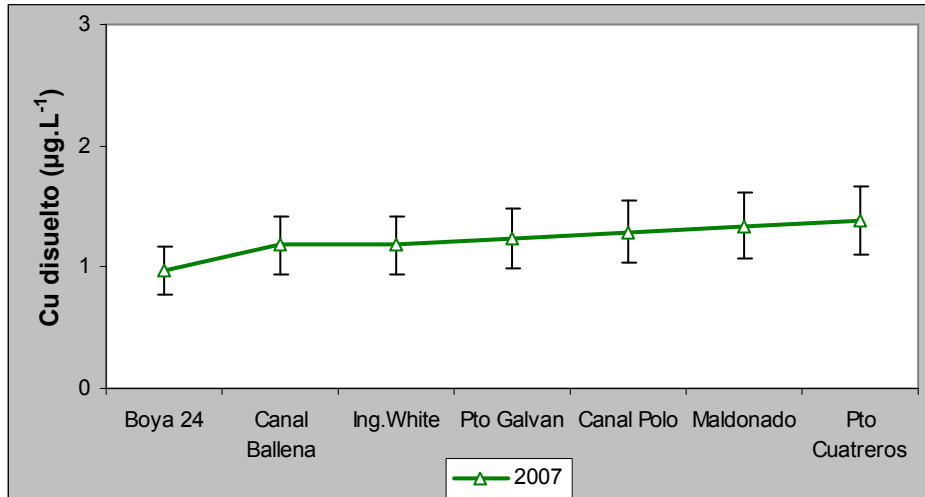


Figura 23.a: Distribución de valores de cobre disuelto (media anual \pm desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007

Además, en la **Figura 24** se presenta un análisis similar para el Pb en sedimentos de la región bajo estudio. También en este caso se observa una tendencia similar en la distribución de los niveles de Pb con respecto a los determinados en las etapas anteriores del Monitoreo, lo que permite sostener que este metal se sigue acumulando en los sedimentos a tasas similares en la zona interna del estuario, tal y como se informó en las fases previas de este estudio (IADO, 2002; 2006).

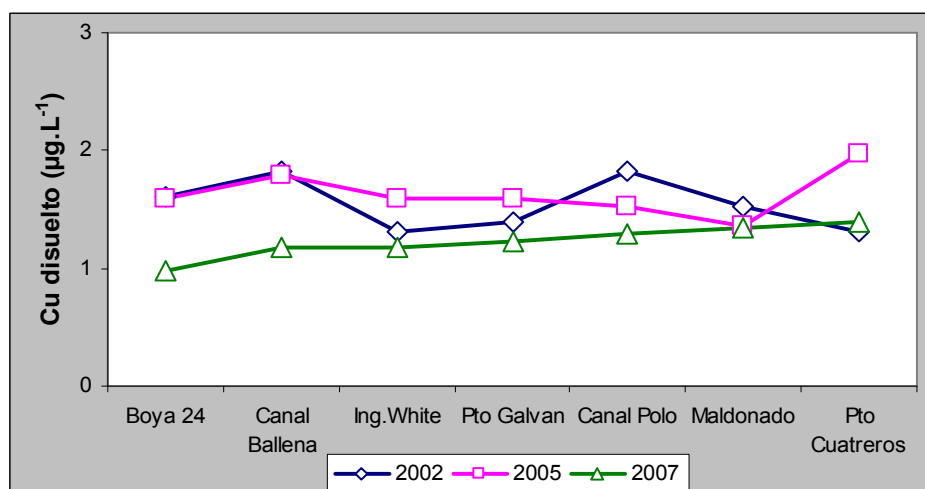


Figura 23.b: Distribución comparativa de valores de cobre disuelto de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007

2.1.4. Zinc

La distribución de *zinc disuelto* en el agua del estuario presentó una distribución heterogénea, con concentraciones significativamente altas en la estación N°2 -próxima a la descarga cloacal de la ciudad- ($47,56 \mu\text{g Zn/L}$) y en la N°4 -próxima a Puerto Galván- ($71,31 \mu\text{g Zn/L}$) (**Figura 25.a**). Estos valores fueron significativamente superiores a los de la mayoría de las muestras analizadas, cuyas concentraciones oscilaron entre los $0,01$ y $15,78 \mu\text{g Zn/L}$ (**Figura 25.a**). Esta distribución indica la existencia de fuentes puntuales de zinc en esas zonas indicadas, que están aportando este metal en la actualidad, lo que podría estar combinado con procesos de redistribución.

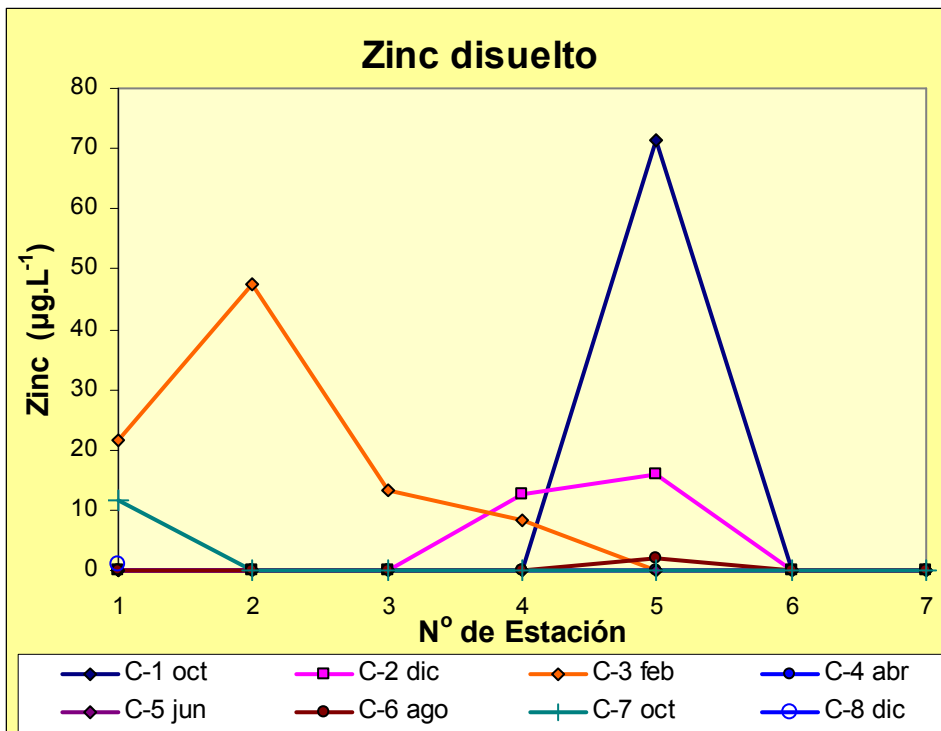


Figura 25.a: Distribución de las concentraciones de zinc disuelto en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Por su parte, los sedimentos del sistema han presentado concentraciones que variaron entre $16,05$ y $98,48 \mu\text{g Zn/g}$, en peso seco, con una tendencia similar a la descrita para los metales analizados en párrafos previos (**Figura 25.b**). También en este caso la distribución de valores es homogénea, lo que hace que

este metal se acumule en los sedimentos de toda la zona bajo estudio sin que se hayan identificado puntos críticos en ese sentido.

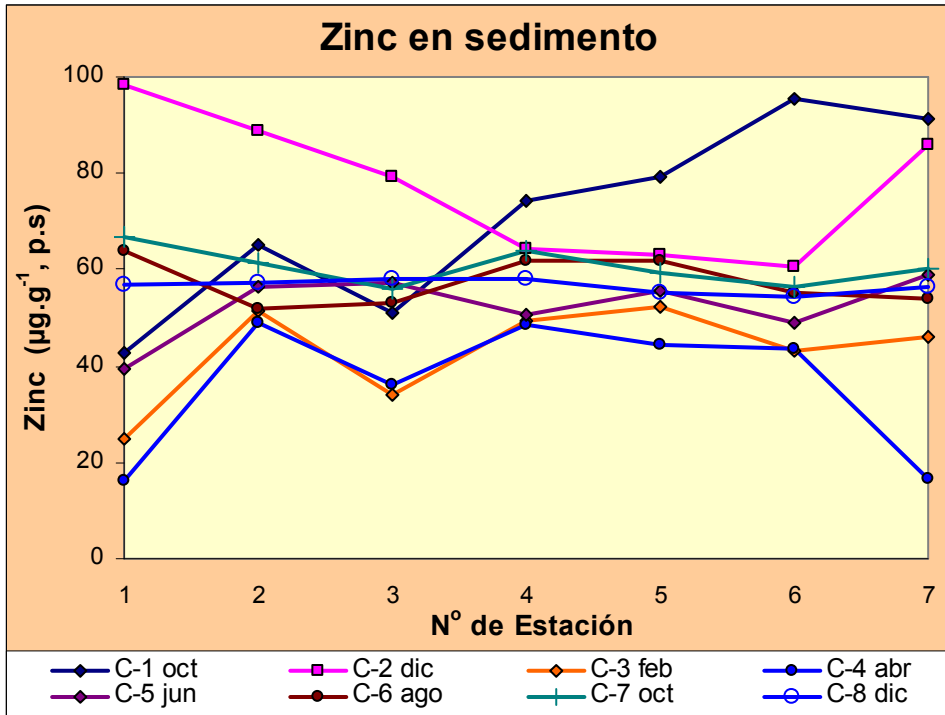


Figura 25.b: Distribución de las concentraciones de zinc en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Los valores extremos de zinc disuelto que se determinaron en algunas estaciones de este estudio resultaron similares a los informados previamente, y que alcanzaban los 40 µg/L (IADO, 1997) y los 80 µg/L (IADO, 2000), y que coincidían con los de Villa & Pucci (1987). Además, la mayoría de los datos informados son similares a los determinados en los últimos años de este Programa de Monitoreo (IADO, 2002, 2004, 2006).

Por otro lado, los valores de Zn en sedimentos de este informe también son inferiores que los de monitoreos previos (con la excepción de los valores extremos), aunque mantienen niveles significativos; los previos informaron niveles de alrededor de 100 µg/g -peso seco- (IADO, 1997) y sobre todo a los 700 µg/g medidos posteriormente (IADO, 2000), valores que fueron superiores a los de Pucci (1988) para la misma zona, y son similares a los informados en los últimos años de

este programa de monitoreo (IADO, 2002, 2004, 2006), así como a los de Freije y Marcovecchio (2004), Marcovecchio y Freije (2004), y Marcovecchio y Ferrer (2005).

La **Figura 26** muestra la distribución comparativa de los valores de Zn disuelto determinados en las fases previas de este Programa de Monitoreo respecto de las del presente Informe. En tal sentido, y en término de concentraciones medias anuales, es posible observar que los niveles de zinc disuelto han aumentado en el sistema con respecto a los valores determinados en los programas de 2002 y de 2005. Esto ratifica lo previamente comentado sobre la existencia de fuentes de este metal que lo están introduciendo al estuario actualmente. Vale también reiterar que esto ya había sido informado en los correspondientes Informes de las etapas previas (IADO, 2002; 2006). Por otro lado, la distribución anual de zinc disuelto indica claramente que para este período la descarga cloacal de la ciudad (próxima a la Est.#2) ha sido la principal fuente de este metal para la zona interna del estuario (**Figura 26**).

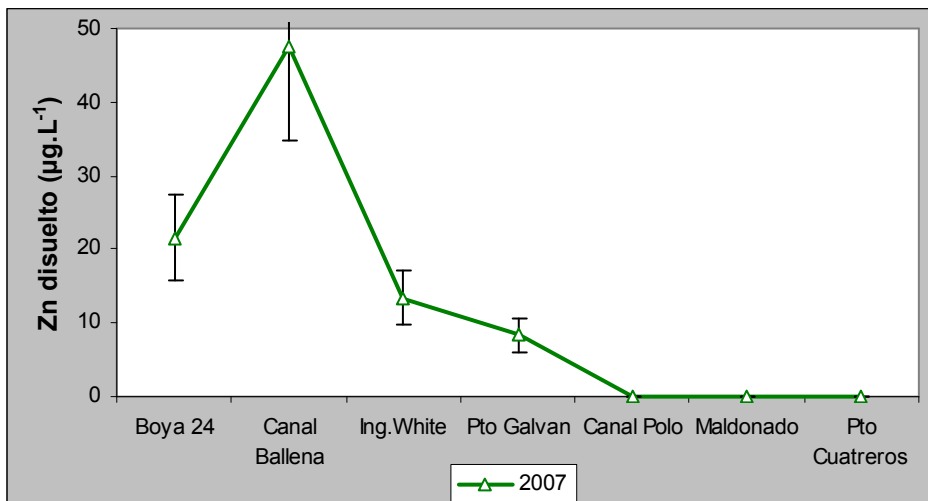


Figura 26.a: Distribución de valores de zinc disuelto (media anual \pm desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007.

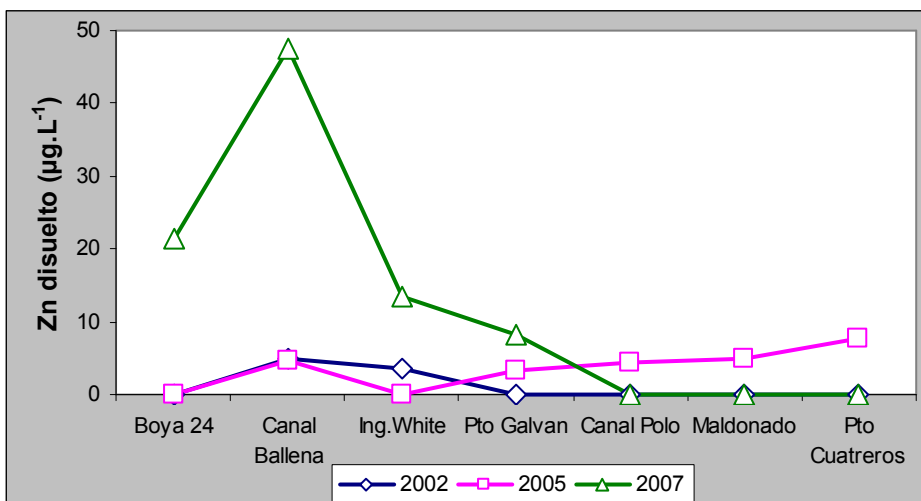


Figura 26.b: Distribución comparativa de valores de zinc disuelto de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007.

Además, en la **Figura 27** se presenta un análisis similar para el Zn en sedimentos de la región bajo estudio. También en este caso se observa una tendencia creciente en los niveles de Zn con respecto a los determinados en las etapas anteriores del Monitoreo, lo que permite sostener que este metal se está acumulando en los sedimentos de la zona interna del estuario, tal y como se informó en las fases previas de este estudio (IADO, 2002; 2006). En este caso el aumento de la acumulación se da hacia la zona interna del área bajo estudio, lo que indica que hay previamente un transporte y redistribución desde fuera hacia adentro.

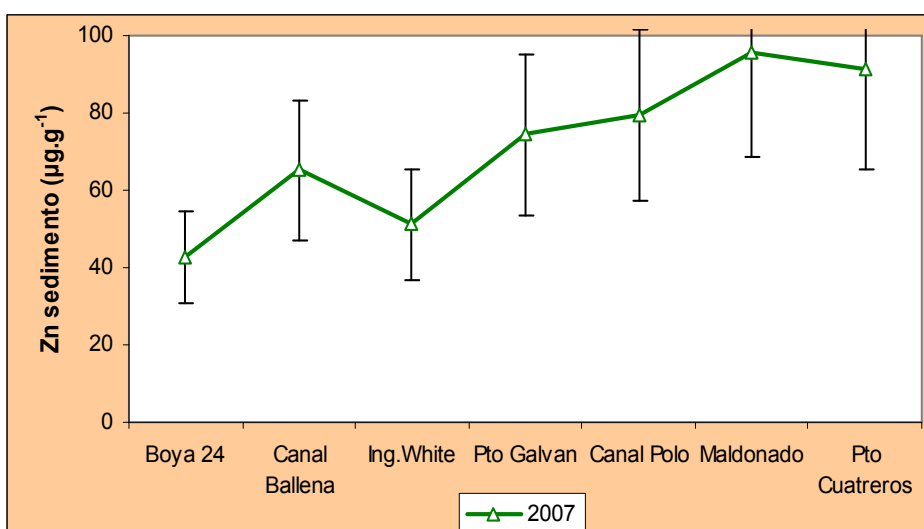


Figura 27.a: Distribución de valores de zinc en sedimentos (media anual \pm desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007

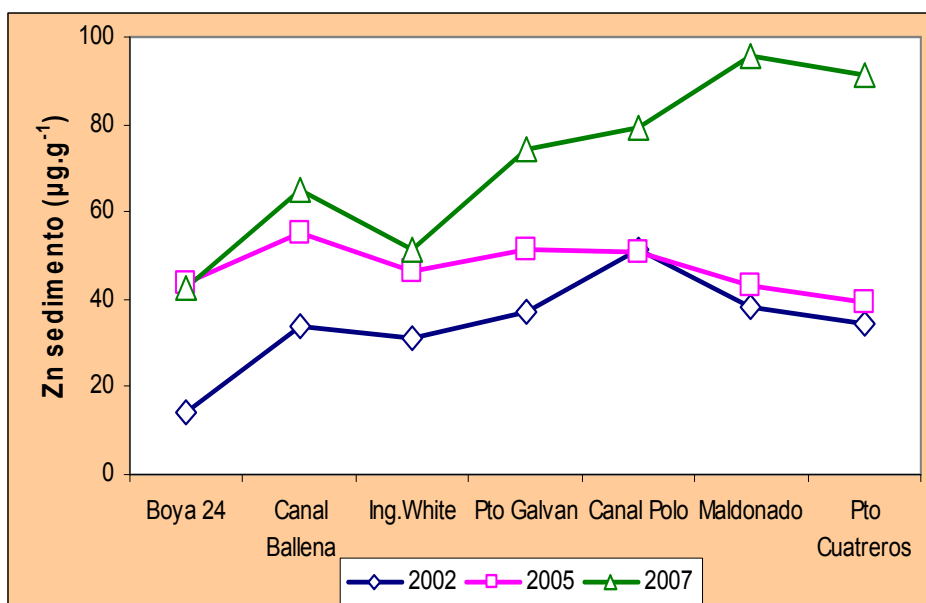


Figura 27.b: Distribución comparativa de valores de zinc en sedimentos de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007.

2.1.5. Cromo

En el caso del cromo, también se lo registró en ambas fases analizadas: agua del estuario y sedimentos superficiales. El cromo disuelto presentó valores detectables en las campañas C-1, C-2, C-5 y C-7, llegando a valores de hasta 21,06, 2,89, 2,26 y 0,49 µg Cr/L respectivamente, mientras que en las demás campañas los valores estuvieron por debajo del límite de detección del método analítico empleado (**Figura 28.a**). También en este caso, este tipo de distribución indica la existencia de fuentes multipuntuales de cromo en esa zona, que están aportando este metal en la actualidad. Esta tendencia es diferente a las observadas previamente, donde no se registró -en general- la presencia de Cr disuelto en las primeras fases de este programa (IADO, 1997; 2000), y los valores son similares a los informados por Villa (1988) y en los últimos informes del programa de monitoreo (IADO, 2002; 2004; 2006) para la misma zona.

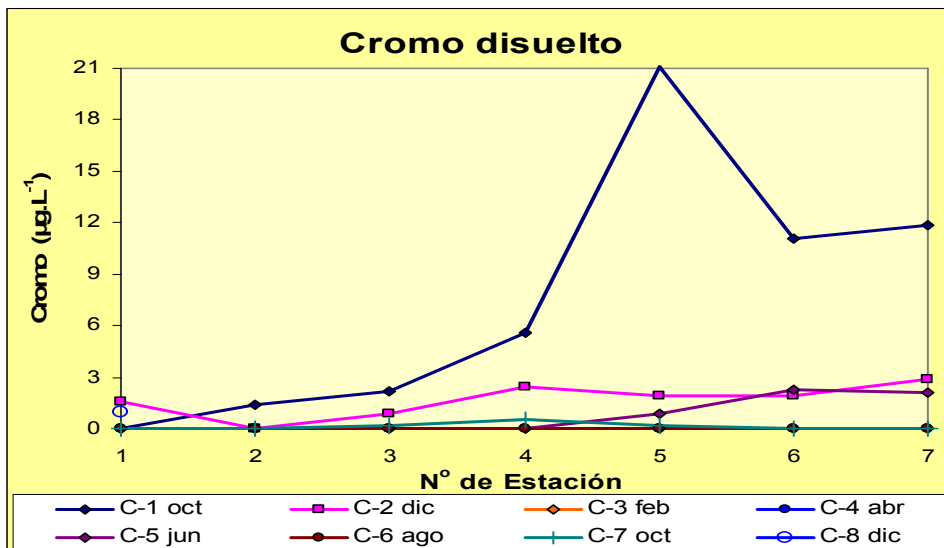


Figura 28.a: Distribución de las concentraciones de cromo disuelto en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado

Por otro lado, al analizar la presencia de Cr en los sedimentos superficiales del estuario se determinaron concentraciones que variaron entre los 5,73 y 17,00 µg Cr/g, en peso seco (**Figura 28.b**). Los valores de Cr en sedimentos determinados en el presente estudio fueron similares a los registrados en las fases iniciales del programa de monitoreos (IADO, 1997; 2000), así como a los de Pucci (1988) y a los de las últimas fases del monitoreo para la misma región (IADO, 2002; 2004; 2006).

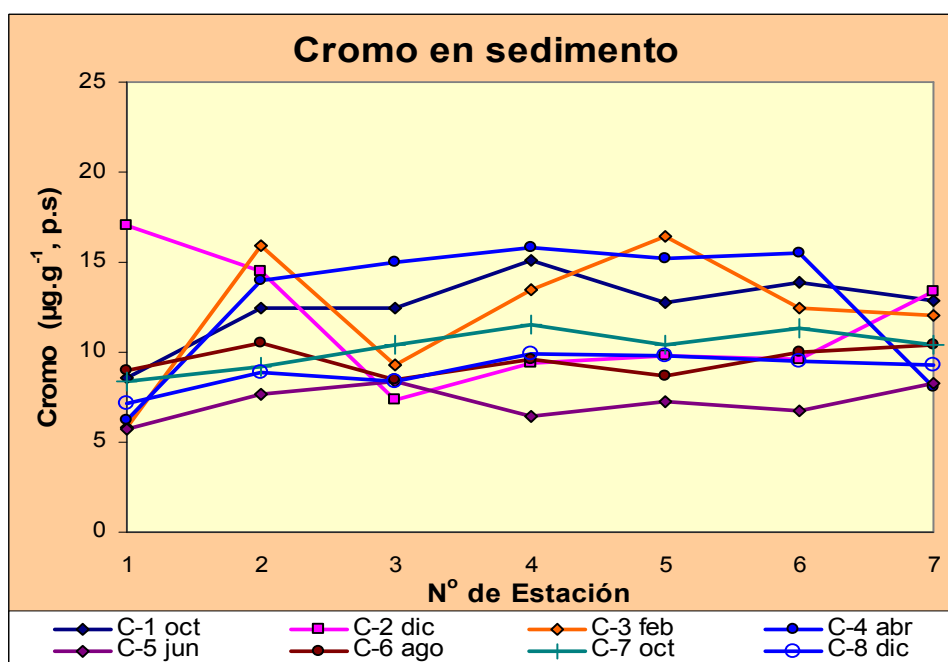


Figura 28.b: Distribución de las concentraciones de cromo en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

La **Figura 29** muestra la distribución comparativa de los valores de Cr disuelto determinados en las fases previas de este Programa de Monitoreo respecto de las del presente Informe. En tal sentido, y en término de concentraciones medias anuales, es posible observar que los niveles de cromo disuelto no han aumentado en el sistema con respecto a los valores determinados en los programas de 2002 y de 2005, y los valores determinados siguen presentando magnitudes similares. Esto ratifica lo previamente comentado sobre la existencia de fuentes de este metal que lo están introduciendo al estuario actualmente. Vale también reiterar que esto ya había sido informado en los correspondientes Informes de las etapas previas (IADO, 2002; 2006). Por otro lado, la distribución anual de cromo disuelto indica claramente que para este período la descarga del Canal del Polo (próxima a la Est.#5) ha sido la principal fuente de este metal para la zona interna del estuario (**Figura 29**).

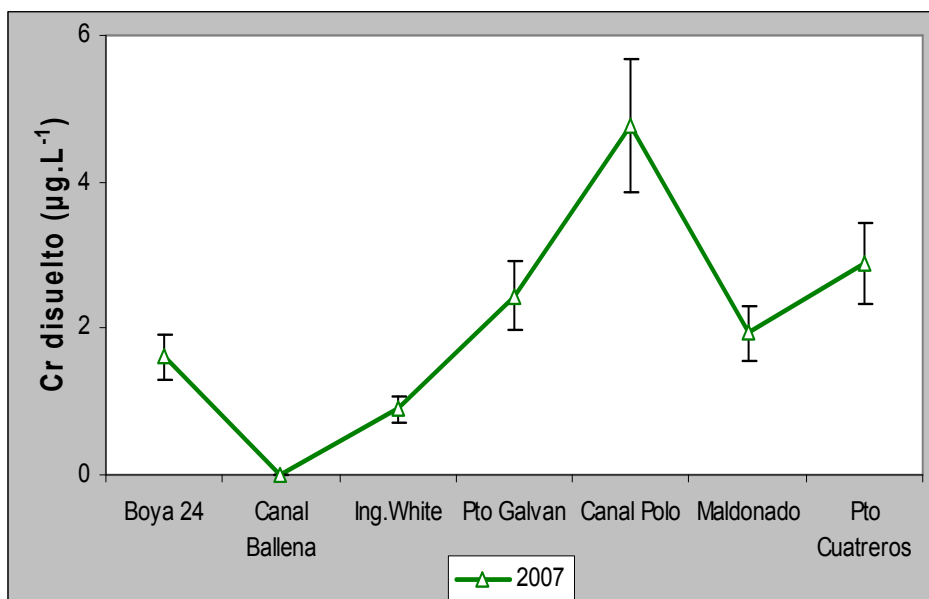


Figura 29.a: Distribución de valores de cromo disuelto (media anual ± desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007

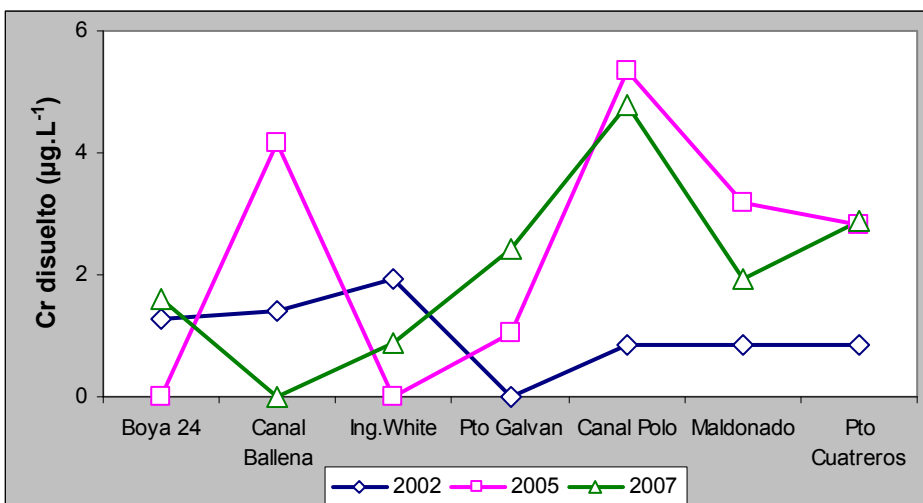


Figura 29.b: Distribución comparativa de valores de cromo disuelto de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007.

Además, en la **Figura 30** se presenta un análisis similar para el Cr en sedimentos de la región bajo estudio. También en este caso se observa una tendencia estable en los niveles de Cr con respecto a los determinados en las etapas anteriores del Monitoreo, tal y como se informó en las fases previas de este estudio (IADO, 2002; 2006). Los valores analizados para los tres períodos de Monitoreo comparados en esa figura permiten sostener que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

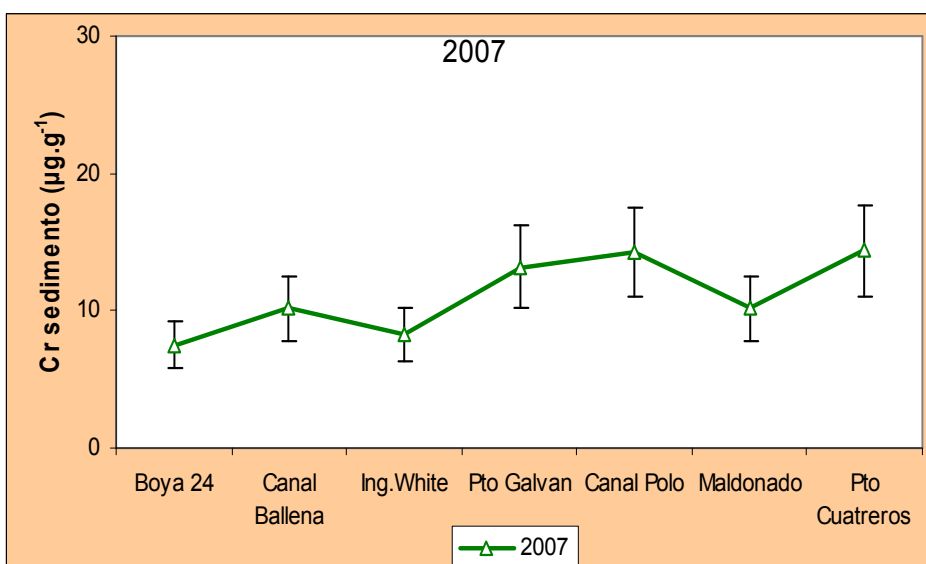


Figura 30.a: Distribución de valores de cromo en sedimentos (media anual \pm desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007.

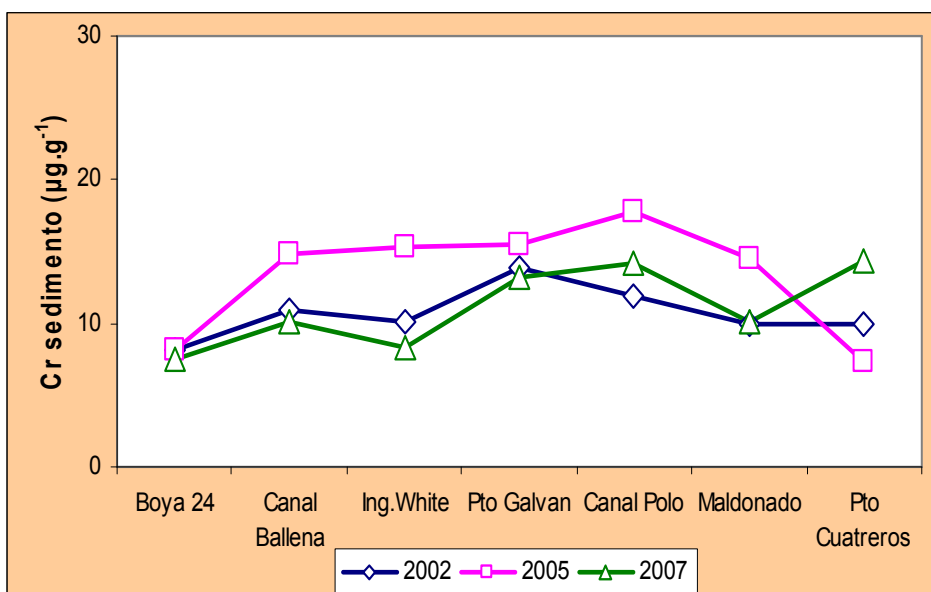


Figura 30.b: Distribución comparativa de valores de cromo en sedimentos de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007.

2.1.6. Níquel

Este metal fue incluido por primera vez en el programa de monitoreo de 2005 (IADO, 2006), y los valores incluidos en ese informe son el único antecedente para esta serie. En todas las campañas de investigación realizadas durante el 2006 - 2007 los valores de níquel disuelto presentaron niveles variables, que oscilaron entre concentraciones inferiores al límite de detección del método analítico empleado y los 9.48 µg Ni/L (**Figura 31.a**), lo que permite sostener que existieron ingresos recientes de este metal en la zona durante el período estudiado. Estos valores resultaron ligeramente superiores a los informados en el período anterior (IADO, 2006), cuando no se registraron valores detectables de Ni disuelto.

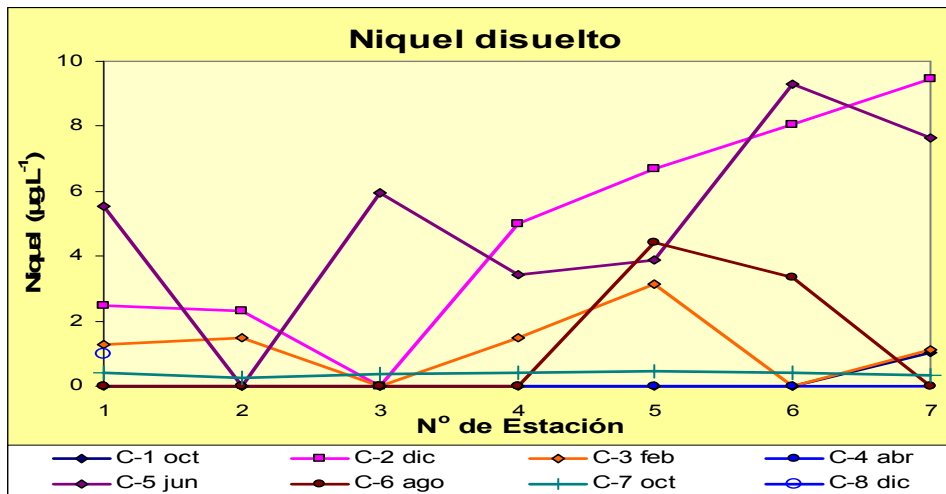


Figura 31.a: Distribución de las concentraciones de níquel disuelto en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado

Por su parte, el análisis de níquel en sedimentos superficiales presentó valores que oscilaron entre 6,55 y 26,70 $\mu\text{g Ni/g}$, en peso seco (**Figura 31.b**), con los valores distribuidos de manera homogénea, y con algunos niveles destacables ligados a las estaciones próximas a la descarga cloacal (Est.#2) y a la descarga del Polo (Est.#5), que alcanzaron concentraciones de ~ 23 y $26 \mu\text{g Ni/g}$, en peso seco, respectivamente (**Figura 31.b**). Hay pocos valores previos con los que puedan ser comparados los datos de níquel en sedimentos registrados en este estudio; los del presente estudio resultaron ligeramente superiores a los informados en la fase previa del Monitoreo (IADO, 2006), aunque las diferencias registradas no fueron estadísticamente significativas. De la misma manera, fueron ligeramente superiores a los valores oportunamente informados por Ferrer (2001).

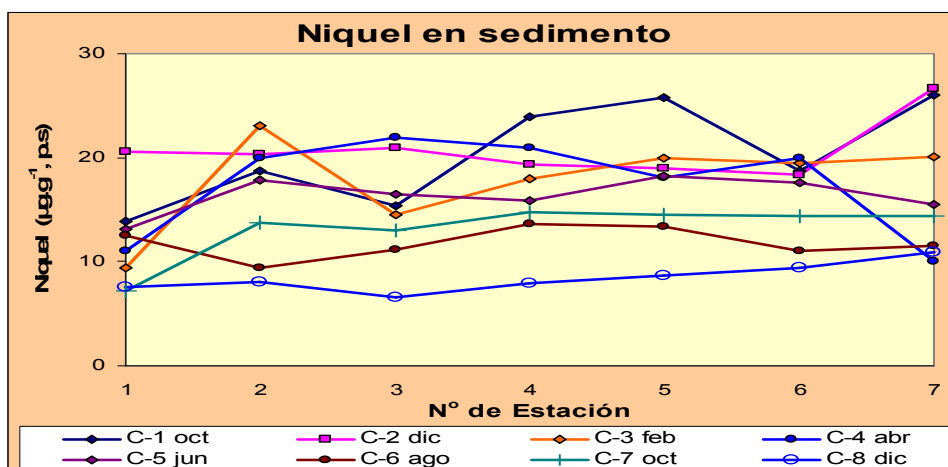


Figura 31.b: Distribución de las concentraciones de níquel en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado

2.1.7. Hierro

También este metal fue incluido por primera vez en el programa de monitoreo de 2005 (IADO, 2006), por lo que los valores presentados en ese informe resultan el único antecedente para esta serie. En una sola de las campañas de muestreo realizadas (C-6, de agosto de 2007) los valores de Fe disuelto estuvieron por debajo del límite de detección del método analítico empleado, y los valores medidos en las demás campañas variaron entre los 0,01 y 36,99 $\mu\text{g Fe/L}$ (**Figura 32.a**). Estos niveles de Fe disuelto mostraron una distribución regular a lo largo de toda el área de estudio, por lo que podemos sostener que existe una fuente global de este metal para el sistema, probablemente sumado a la existencia de procesos de recirculación significativos. La magnitud de los valores de Fe determinados en esta fase del Programa de Monitoreo coincide plenamente con los informados para la fase previa (IADO, 2006), lo que permite sostener que no ha habido cambios significativos en las fuentes de ingreso de este metal al sistema.

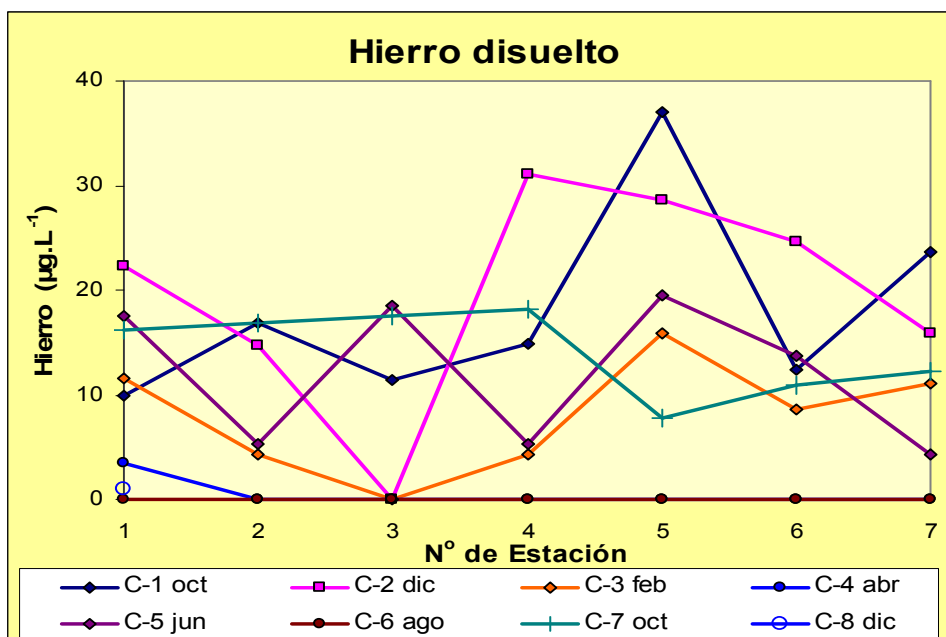


Figura 32.a: Distribución de las concentraciones de hierro disuelto en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Por su parte el análisis de Fe en sedimentos mostró una distribución sostenida a lo largo del período de estudio, y una tendencia homogénea a lo largo del área de estudio. Los valores registrados variaron entre los 9,08 mg Fe/g, en peso seco (C-4, abril de 2007), y 35,76 mg Fe/g, en peso seco (C-2, diciembre de

2006) (**Figura 32.B**). Estos valores son ligeramente superiores a los informados para la fase anterior (IADO, 2006).

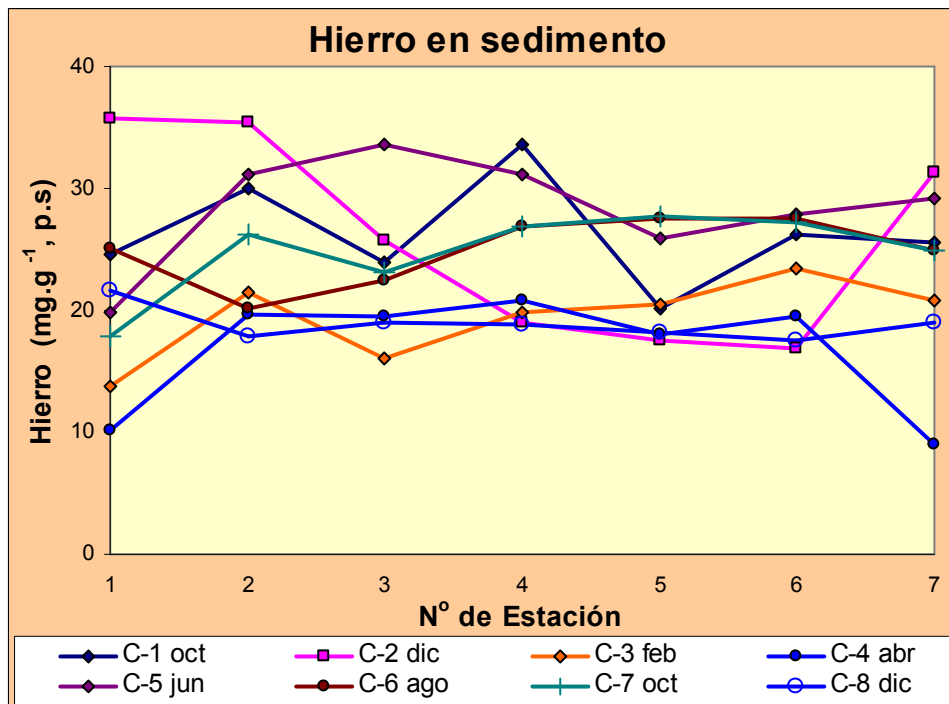


Figura 32.b: Distribución de las concentraciones de níquel en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado

Hay pocos valores previos con los que puedan ser comparados los datos de hierro en sedimentos registrados en este estudio, y en tal sentido se destaca que resultan similares a los informados oportunamente por Ferrer (2001) y por Marcovecchio & Ferrer (2005).

2.1.8. Mercurio

Se registraron bajas concentraciones de *mercurio disuelto* a lo largo de toda la grilla de muestreo utilizada, con valores que oscilaron entre los 0,01 y los 2,07 µg/L. Las concentraciones más altas fueron registradas en las estaciones #2 - próxima a la descarga cloacal de la ciudad- en la C-5, de junio de 2007 (1,83 µg/L), #3 -próxima a Ing.White- en la C-4, de abril de 2007 (1,44 µg/L), y #7 -Pto. Cuatrerros- en la C-4, de abril de 2007 (2,07 µg/L) (**Figura 33.a**). También en este

caso, y a pesar de los bajos valores determinados, la tendencia distributiva observada fue homogénea a lo largo de toda el área de estudio ; este hecho permite sostener la posible existencia de ingreso multipuntual de mercurio al sistema o, ingreso de Hg a partir de la atmósfera, con difusión posterior al agua del estuario ; ambas posibilidades generan una distribución global homogénea de mercurio disuelto en el sistema (**Figura 33.a**).

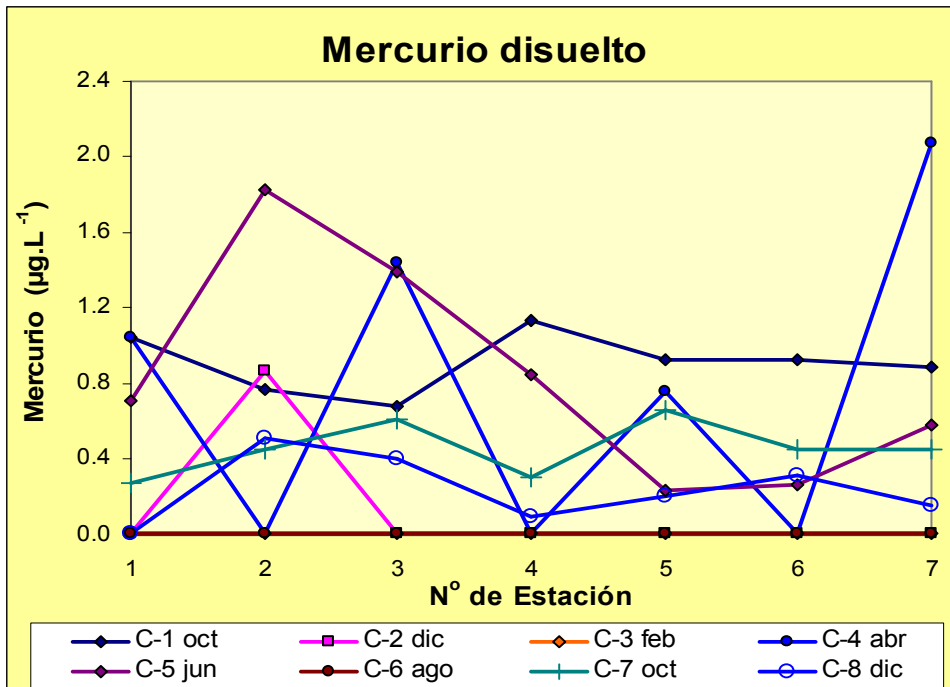


Figura 33.a: Distribución de las concentraciones de mercurio disuelto en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

Por su parte, la distribución de mercurio en los sedimentos superficiales del estuario han variado entre los 0.01 y 0.06 µg/g, en peso seco (**Figura 33.b**). Estos valores son muy bajos, y pueden ser considerados como propios de un ambiente no impactado por mercurio.

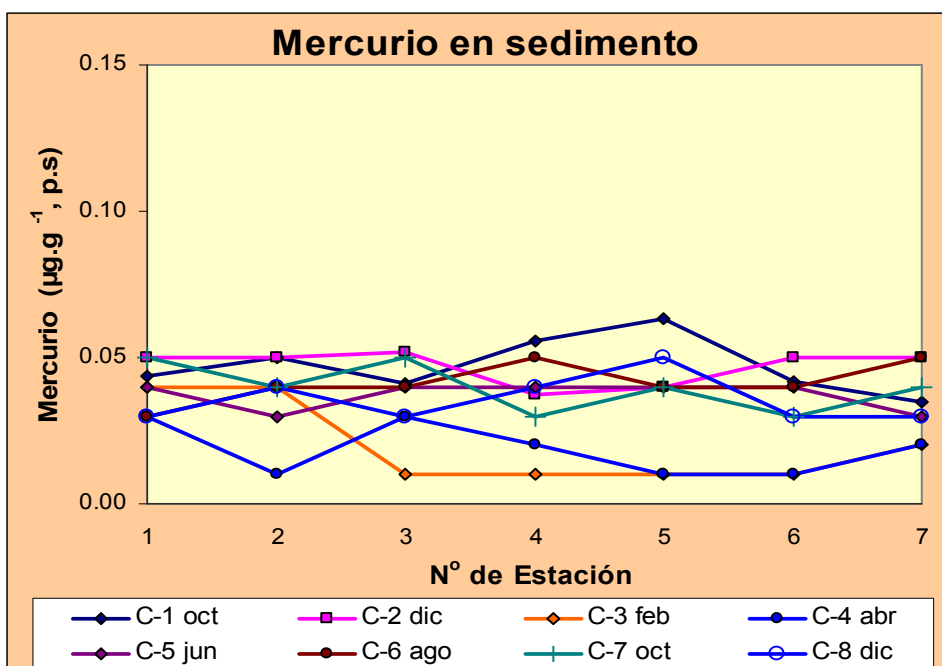


Figura 33.b: Distribución de las concentraciones de mercurio en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado

Los valores de Hg disuelto que aquí se informan fueron similares a los registrados en trabajos previos (IADO, 1997; 2000; 2002; 2004; 2006), mientras que los determinados en sedimentos fueron ligeramente inferiores a los de esos programas de monitoreo, manteniendo la tendencia decreciente oportunamente informada (IADO, 1997; 2000; 2002; 2004; 2006), así como por Marcovecchio *et al.*(2001) y De Marco *et al.* (2006).

Las **Figuras 34.a** y **34.b** muestra la distribución comparativa de los valores de Hg disuelto determinados en las fases previas de este Programa de Monitoreo respecto de las del presente Informe. En tal sentido, y en término de concentraciones medias anuales, es posible observar que los niveles de mercurio disuelto no han aumentado en el sistema con respecto a los valores determinados en los programas de 2002 y de 2005, y los valores determinados siguen presentando magnitudes similares. Esto ratifica lo previamente comentado sobre la existencia de fuentes de este metal que lo están introduciendo al estuario actualmente. Vale también reiterar que esto ya había sido informado en los correspondientes Informes de las etapas previas (IADO, 2002; 2006). Por otro lado, la distribución anual de mercurio disuelto indica claramente que para este período la descarga del sistema cloacal de Bahía Blanca (Est.#2) y la del Canal del Polo

(próxima a la Est.#5) han sido las principales fuentes de este metal para la zona interna del estuario (**Figuras 34.a y b**).

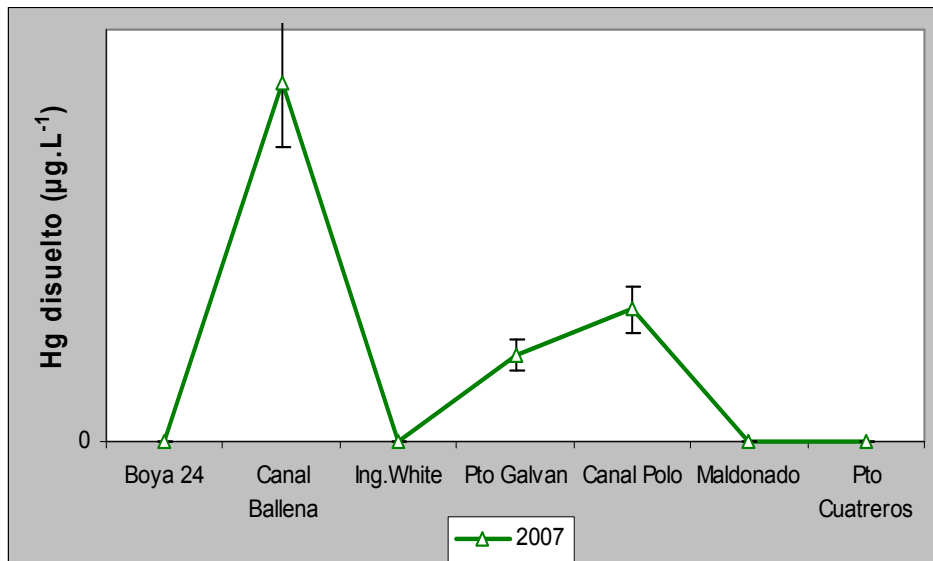


Figura 34.a: Distribución de valores de mercurio total disuelto (media anual \pm desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007.

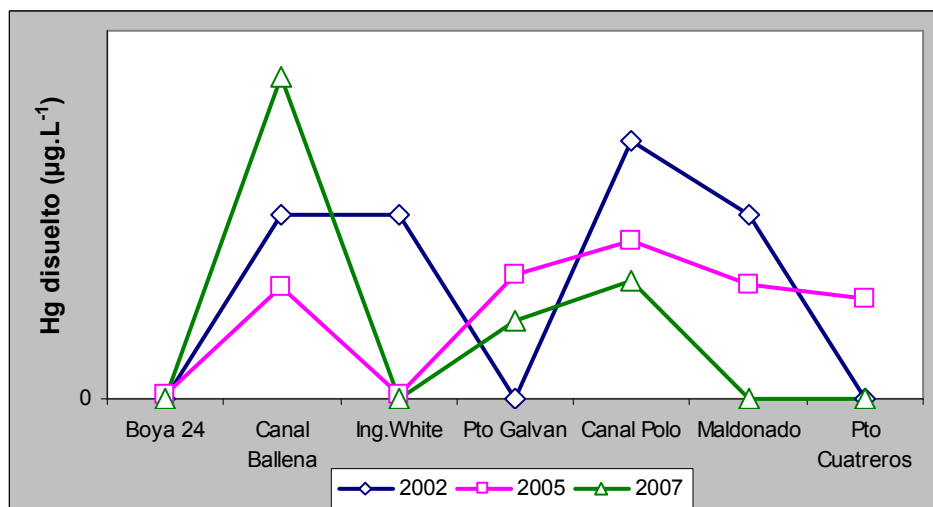


Figura 34.b: Distribución comparativa de valores de mercurio total disuelto de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007

Además, en las **Figuras 34.c y 34.d** se presenta un análisis similar para el Hg en sedimentos de la región bajo estudio. También en este caso se observa una tendencia estable decreciente en los niveles de Hg con respecto a los determinados en las etapas anteriores del Monitoreo, tal y como se informó en las fases previas de este estudio (IADO, 2002; 2006). Los valores analizados para los

tres períodos de Monitoreo comparados en esa figura permiten sostener que los niveles actuales son estadísticamente menores que los de las etapas previas.

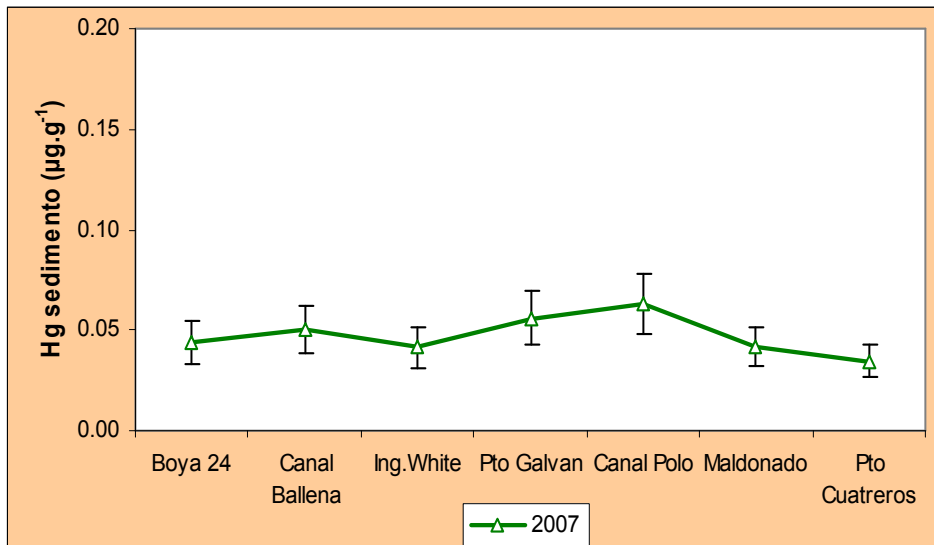


Figura 34.c: Distribución de valores de mercurio total en sedimentos (media anual \pm desviación estándar) del Monitoreo de 2006-2007.

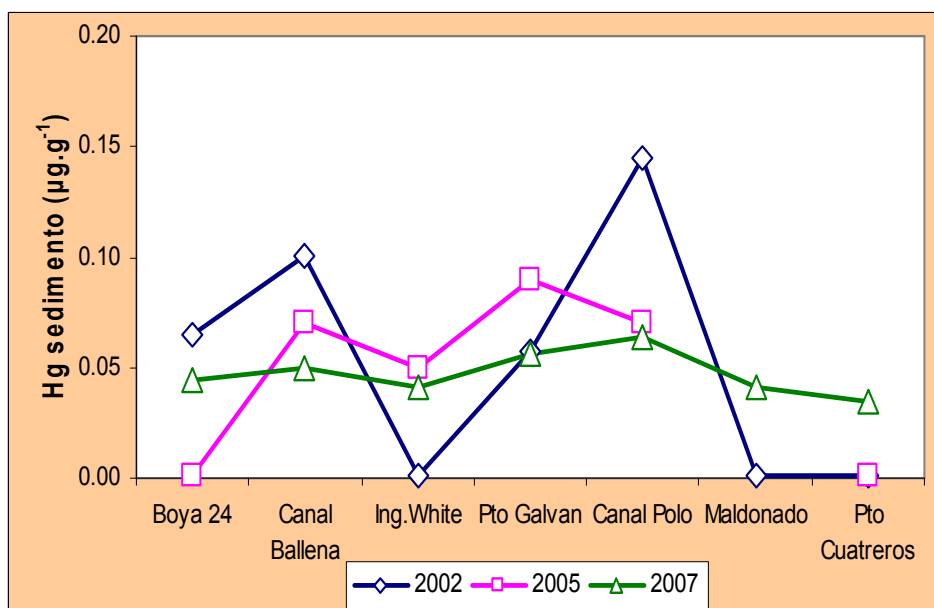


Figura 34.d: Distribución comparativa de valores de mercurio total en sedimentos de los Monitoreos de 2002, 2005 y 2006-2007

2.2. HIDROCARBUROS TOTALES

La distribución de hidrocarburos totales presentó dos tendencias diferentes en las matrices estudiadas. Los hidrocarburos totales disueltos/dispersos en el agua del estuario presentaron en general concentraciones intermedias, que no superaron los ~2 mg HC_{tot}/L (**Figura 35**), con un valor excepcional de 7,05 mg HC_{tot}/L registrado en la C-3, de febrero de 2007 (**Figura 35**). Estos valores han sido del mismo orden que los informados en los programas de monitoreo anteriores (IADO, 1997; 2000; 2002; 2004; 2006).

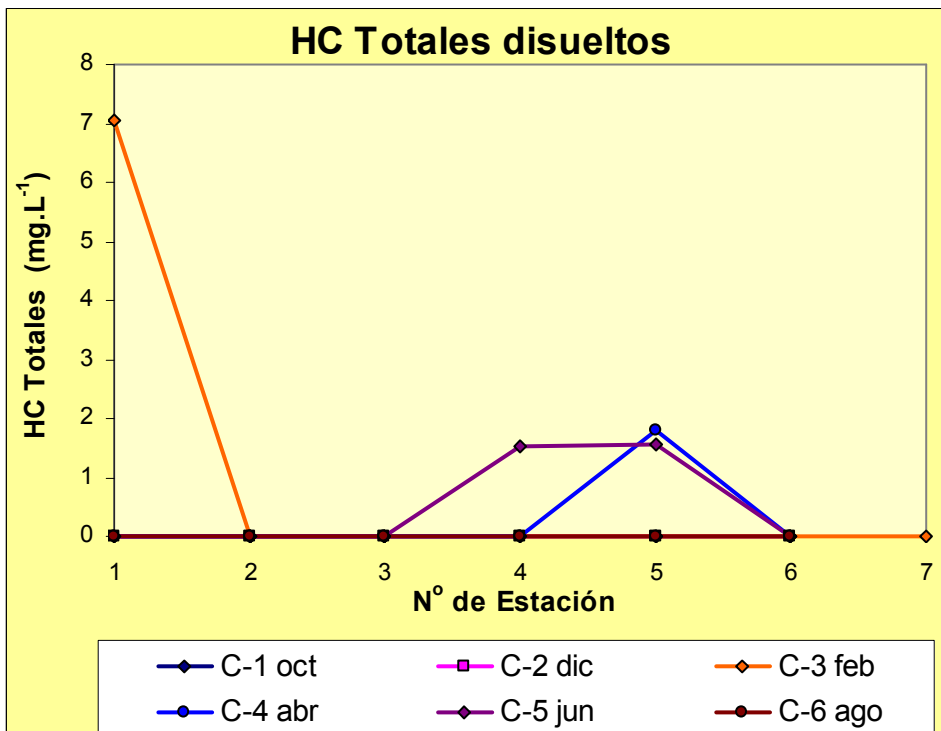


Figura 35.a: Distribución de las concentraciones de hidrocarburos totales disueltos/dispersos en el agua de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

En cambio al estudiar la distribución de hidrocarburos totales en los sedimentos superficiales de la zona interior del estuario de Bahía Blanca se observó una distribución heterogénea, con las niveles de concentración diferentes entre las campañas realizadas. Así, en las campañas C-2 a C-8 se registraron valores bajos a intermedios, que oscilaron entre los 0,03 y los 3,31 mg HC_{tot}/g, en peso seco)(**Figura 36.b**). Sin embargo, en la campaña C-1 se determinaron valores que oscilaron entre los 1,44 mg HC_{tot}/g y 75,62 mg HC_{tot}/g (ambas en peso seco) respectivamente (**Figura 36.a**). Estos valores son superiores a los registrados en

las fases previas de este Programa de Monitoreo (IADO, 1997; 2000; 2002; 2004; 2006).

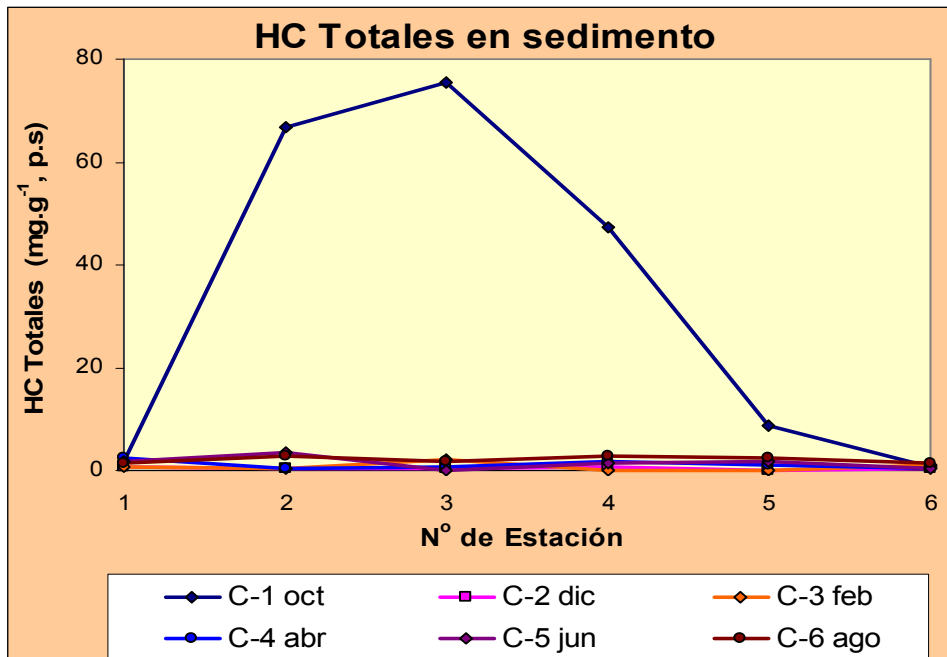


Figura 36.a: Distribución de las concentraciones de hidrocarburos totales en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado.

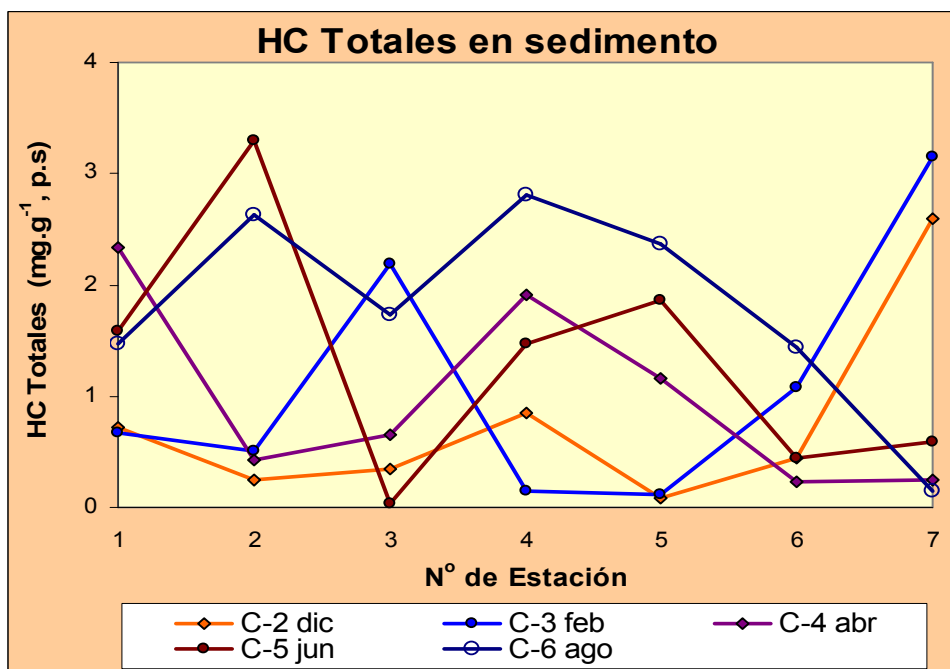


Figura 36.b: Distribución de las concentraciones de hidrocarburos totales en sedimentos de la zona bajo estudio durante el período evaluado (sin C-1).

Los valores registrados en el sedimento indican que -a pesar de los bajos niveles medidos en la fase disuelta para este período- hay un ingreso de hidrocarburos que se está concentrando en el sedimento del estuario, aunque el grado de acumulación es por el momento pequeño.

2.3. COMPUESTOS ORGANOCLORADOS

Se estudió la distribución de compuestos organoclorados en sedimentos de tres campañas durante este período (C-2, diciembre de 2006 ; C-4, abril de 2007 ; C-6, agosto de 2007).

Los valores obtenidos en la C-2 no superaron los 37 ng/g, con una distribución homogénea en la mayoría de las estaciones estudiadas (**Tabla 1**), predominando los valores bajos. Sin embargo debe destacarse que en esta campaña se registraron residuos de este tipo de compuestos en todas las muestras analizadas (**Tabla 1**).

N° de Estación	Organoclorados (µg/g, p.s.)
Estación N° 1	DDE ≤ 0.00058
	Metoxicloro ≤ 0.03761
Estación N° 2	HCH's ≤ 0.00276
Estación N° 3	HCH's ≤ 0.00149
Estación N° 4	HCH's ≤ 0,00133
	Dieldrin + Endrin ≤ 0.00256
Estación N° 5	HCH's = 0,00246
	DDE ≤ 0,00058
	Dieldrin + Endrin ≤ 0.00141
	Mirex ≤ 0.00101
Estación N° 7	Endosulfan ≤ 0.00598
	HCH's = 0,00315
	DDE ≤ 0,00115
	Endosulfan ≤ 0.01193

Tabla 1: Distribución de compuestos organoclorados en sedimentos superficiales del estuario de Bahía Blanca. Campaña N° 2 (diciembre de 2006).

Las muestras correspondientes a las C-4 y C-6 mostraron las concentraciones de los compuestos analizados muy próximas al límite de detección del método analítico empleado (**Tablas 2 y 3**).

N° de Estación	Organoclorados (µg/g, p.s.)
Estación N° 1	No detectable
Estación N° 2	No detectable
Estación N° 3	No detectable
Estación N° 4	No detectable
Estación N° 5	Σ de OC's hasta 0.00005
Estación N° 6	Σ de OC's hasta 0.00005
Estación N° 7	Σ de OC's hasta 0.00005

Tabla 2: Distribución de compuestos organoclorados en sedimentos superficiales del estuario de Bahía Blanca. Campaña N° 4 (abril de 2007).

N° de Estación	Organoclorados (µg/g, p.s.)
Estación N° 1	No detectable
Estación N° 2	Σ de OC's hasta 0.00173
Estación N° 3	Σ de OC's hasta 0.00005
Estación N° 4	No detectable
Estación N° 5	Σ de OC's hasta 0.01069
Estación N° 6	Σ de OC's hasta 0.00023
Estación N° 7	Σ de OC's hasta 0.00005

Tabla 3: Distribución de compuestos organoclorados en sedimentos superficiales del estuario de Bahía Blanca. Campaña N° 6 (agosto de 2007).

Si bien los valores de compuestos organoclorados que se han registrado en los sedimentos de Bahía Blanca en este período son bajos, y distan mucho de ser críticos, su presencia indica la existencia de fuentes antrópicas que los aportan, dado que son compuestos sintéticos que no existen en la Naturaleza. En ese sentido vale aclarar que durante este período se ha registrado la presencia de los siguientes compuestos organoclorados en los sedimentos estudiados: DDE, metoxicloro, HCH, dieldrin, endrin, mirex y endosulfan, así como conjuntos de compuestos organoclorados no resueltos (**Tablas 1, 2 y 3**).

2.4. METALES EN PECES

Para desarrollar esta parte del trabajo se obtuvieron en la zona de estudio muestras de tres especies típicas del estuario de Bahía Blanca: el gatuzo *Mustelus schmitti*, la pescadilla común *Cynoscion striatus*, y la corvina rubia *Micropogonias furnieri*. En los ejemplares capturados se determinó el contenido de los metales estudiados en el músculo comestible y en el hígado. Los resultados obtenidos son los siguientes:

2.4.1. Cadmio en peces

Todos los ejemplares de gatuzo (*Mustelus schmitti*) analizados mostraron contenidos de cadmio en músculo que variaron entre los 0,01 y 0,10 $\mu\text{g Cd/g}$, en peso húmedo, mientras que las de hígado fueron variables, y llegaron a presentar niveles de hasta 0.70 $\mu\text{g Cd/g}$, en peso húmedo (**Figura 37**). Vale destacar que los valores de Cd detectados en el hígado de gatuza nunca fue inferior al límite de detección del método analítico empleado, y que variaron entre los 0,06 y 0,70 $\mu\text{g Cd/g}$, en peso húmedo (**Figura 37**). Las concentraciones de Cd registradas en hígado de estos ejemplares de gatuzo no mostraron una tendencia definida en la distribución de sus valores (**Figura 37**). Las tendencias observadas en la distribución de concentraciones de Cd no son suficientemente sostenidas como para sostener la existencia de bioacumulación de este metal en los tejidos del

gatuzo en el estuario. Los valores de Cd determinados en tejidos de gatuzo en el presente trabajo son del mismo orden que los informados previamente para la misma especie en Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988 ; Marcovecchio *et al.*, 1988.a ; 1988.b ; 1991 ; IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

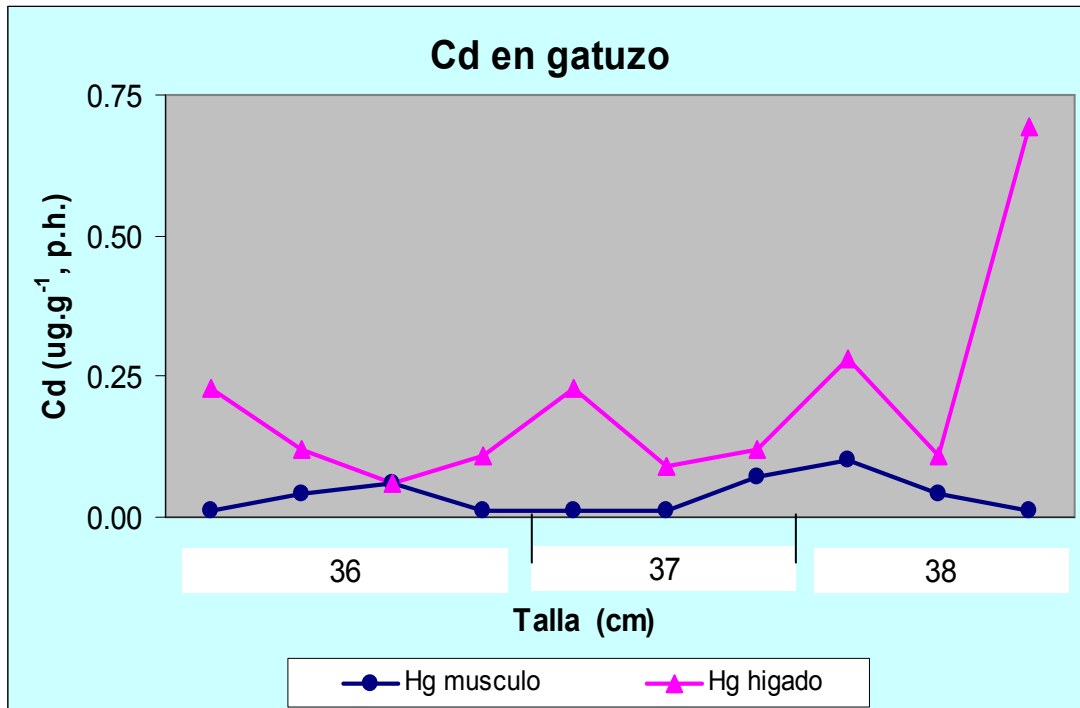


Figura 37: Distribución de cadmio en músculo e hígado del tiburón gatuzo (*Mustelus schmitti*) capturado en el área de estudio.

En el caso de la corvina (*Micropogonias furnieri*) la distribución de concentraciones de Cd en ambos tejidos analizados fue similar y presentó una tendencia sostenida (**Figura 38**). Los valores registrados en músculo variaron entre los 0,11 y 0,33 µg Cd/g, en peso húmedo, mientras que los de hígado lo hicieron entre los 0,21 y 0,41 µg Cd/g, en peso húmedo (**Figura 38**). Estos valores de Cd resultaron bajos a medios, y la tendencia que presentaron en su distribución muestra la existencia de un proceso de bioacumulación en estos tejidos. Los valores de Cd determinados en tejidos de corvina en el presente trabajo son similares a los informados previamente para la misma especie en Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988 ; Marcovecchio *et al.*, 1988.a ; 1988.b ; 1991 ; IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

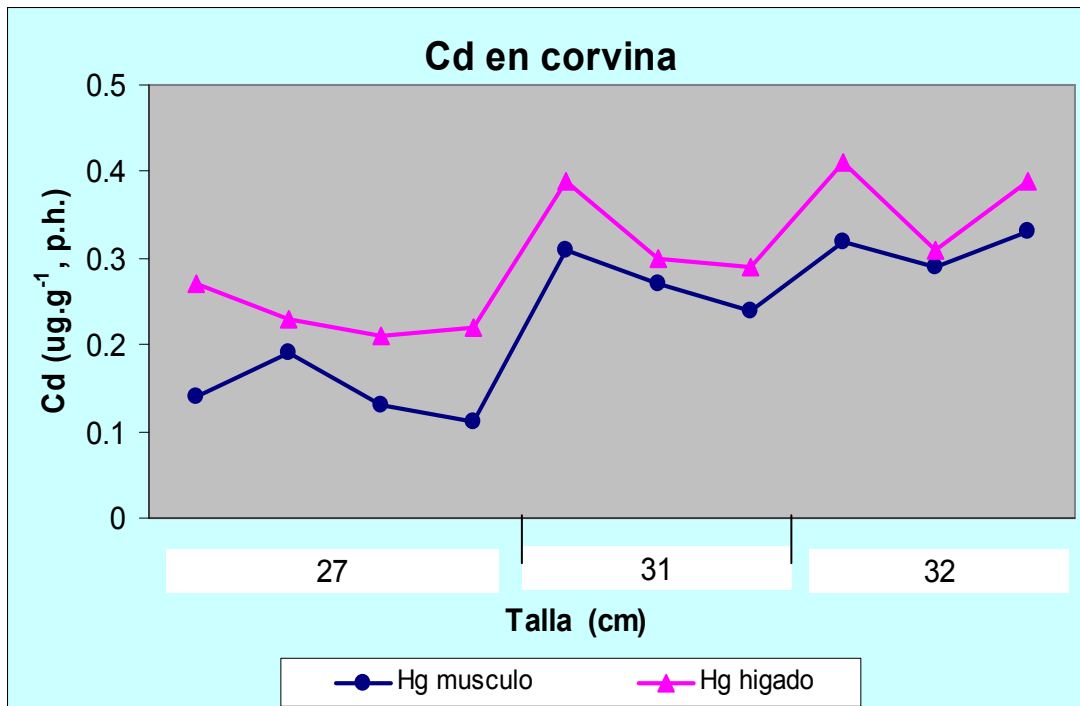


Figura 38: Distribución de cadmio en músculo e hígado de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) capturada en el área de estudio.

Por último, los valores de Cd determinados en los tejidos de pescadilla (*Cynoscion striatus*) de Bahía Blanca presentaron una tendencia mucho más sostenida: en todos los casos los niveles de este metales en músculo estuvieron por debajo del límite de detección del método analítico empleado, mientras que los de hígado variaron entre los 0,01 y 0,10 $\mu\text{g Cd/g}$, en peso húmedo (**Figura 39**). En este caso la tendencia observada no permite sostener la existencia de una acumulación biológica de Cd en el hígado de la pescadilla del estuario. Los valores determinados en este estudio son del mismo orden que los antecedentes históricos que existen para esta especie en el estuario de Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988 ; Marcovecchio *et al.*, 1988.a ; 1988.b ; IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

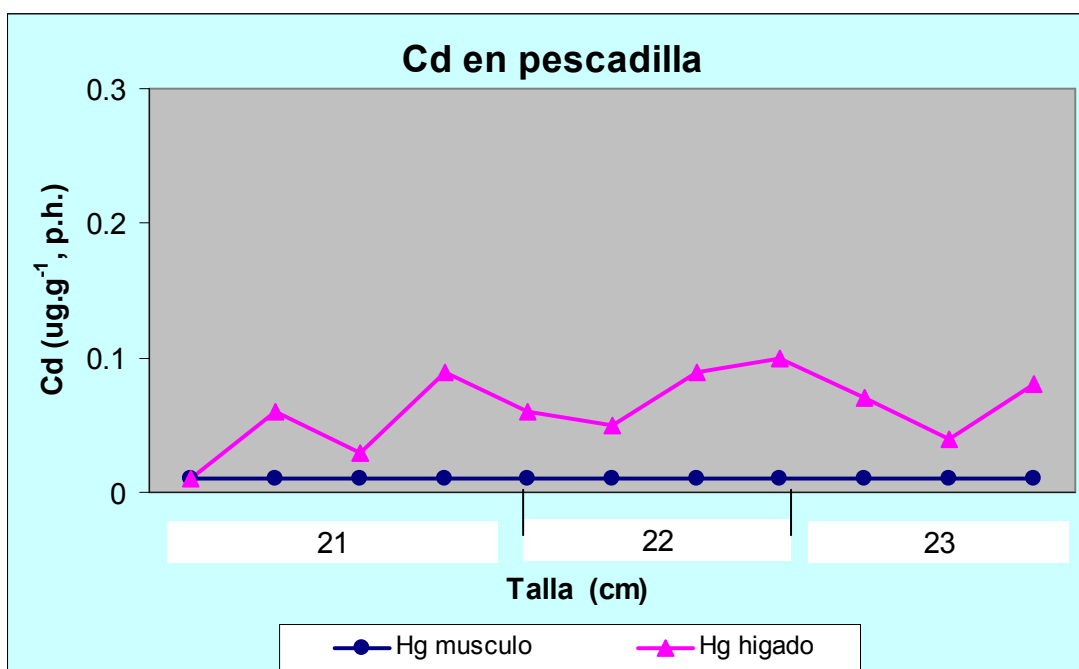


Figura 39: Distribución de cadmio en músculo e hígado de la pescadilla común (*Cynoscion striatus*) capturada en el área de estudio.

Los valores de cadmio determinados en el músculo comestible de las tres especies evaluadas son inferiores a los estándares internacionalmente aceptados como de aptitud para el consumo humano (Nauen, 1983; WHO, 1991; JECFA, 2003).

2.4.2. Plomo en peces.

Los ejemplares de gatuzo (*Mustelus schmitti*) analizados mostraron contenidos de cadmio que variaron entre los 0,12 y 0,73 µg Cd/g, en peso húmedo, en las muestras de músculo, mientras que las de hígado fueron crecientes, y llegaron a presentar niveles de hasta 6,31 µg Pb/g, en peso húmedo (**Figura 40**). Vale destacar que los valores de Cd detectados en el hígado de gatuzos nunca fueron inferiores al límite de detección del método analítico empleado, y que variaron entre los 1,87 y 6,31 µg Pb/g, en peso húmedo (**Figura 40**). También en este caso las concentraciones de plomo registradas en hígado de los ejemplares estudiados fueron altas, y aumentaron en las tallas máximas (**Figura 40**). Las tendencias observadas en la distribución de concentraciones de Pb permiten

sostener la existencia de bioacumulación de este metal en el hígado del gatuzo en el estuario. Los valores de Pb determinados en tejidos de gatuzo en el presente trabajo son del mismo orden que los informados previamente para la misma especie en Bahía Blanca (IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

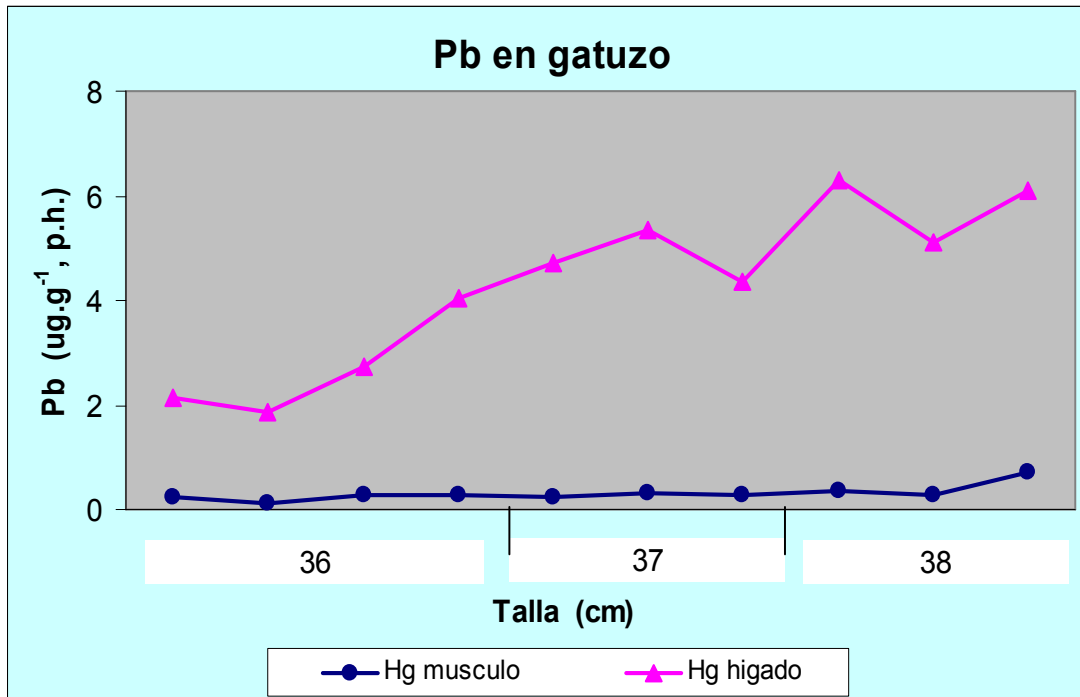


Figura 40: Distribución de plomo en músculo e hígado del tiburón gatuzo (*Mustelus schmitti*) capturado en el área de estudio.

En el caso de la corvina (*Micropogonias furnieri*) la distribución de concentraciones de Pb en ambos tejidos analizados fue similar y presentó una tendencia particular: en casi todos los casos analizados los niveles de Pb estuvieron por debajo del límite de detección del método analítico empleado tanto en músculo como en hígado, habiendo alguna excepción en la que se registraron concentraciones próximas a los 0,06 y 0,27 $\mu\text{g Pb/g}$, en peso húmedo, en un par de hígados (**Figura 41**). También en este caso los valores de Pb determinados en tejidos de corvina en el presente trabajo son del mismo orden que los informados previamente para la misma especie en Bahía Blanca (IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

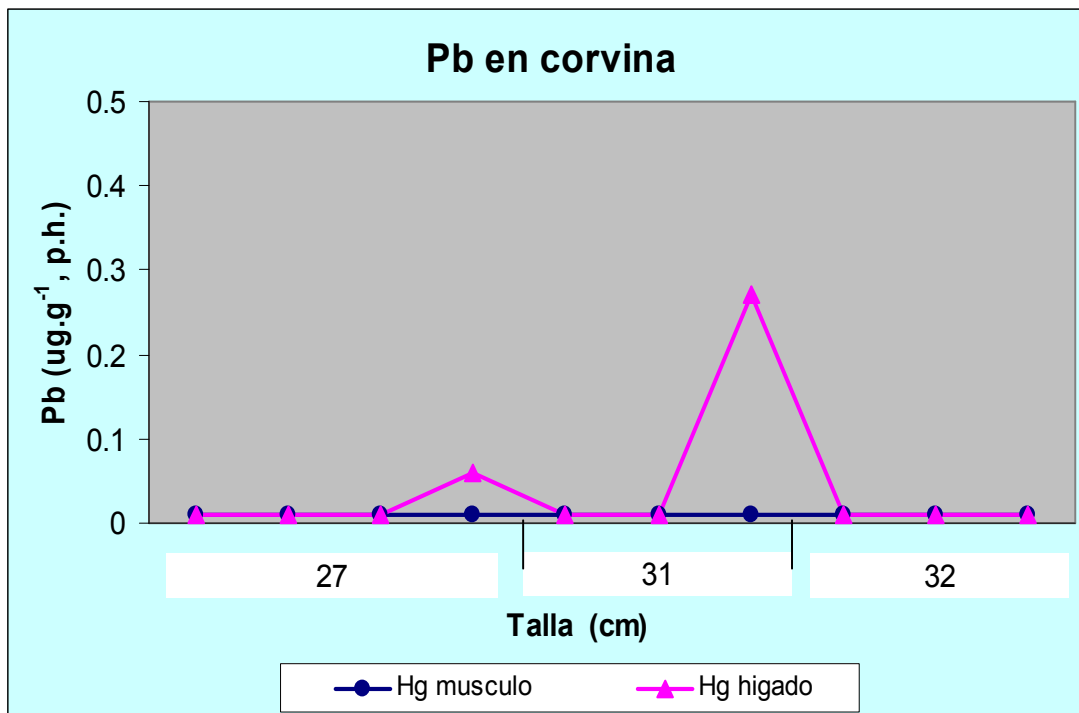


Figura 41: Distribución de plomo en músculo e hígado de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) capturada en el área de estudio.

Por último, los valores de Pb determinados en los tejidos de pescadilla (*Cynoscion striatus*) de Bahía Blanca presentaron una tendencia mucho más sostenida: en todos los casos los niveles de este metales en hígado estuvieron por debajo del límite de detección del método analítico empleado, mientras que los de músculo comestible variaron entre los 0.03 y 0,31 µg Pb/g, en peso húmedo (**Figura 42**). En este caso la tendencia observada no es lo suficientemente definida como para sostener la existencia de una acumulación biológica de Pb en el músculo de la pescadilla del estuario. Los valores determinados en este estudio son del mismo orden (o ligeramente inferiores) que los antecedentes históricos que existen para esta especie en el estuario de Bahía Blanca (IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

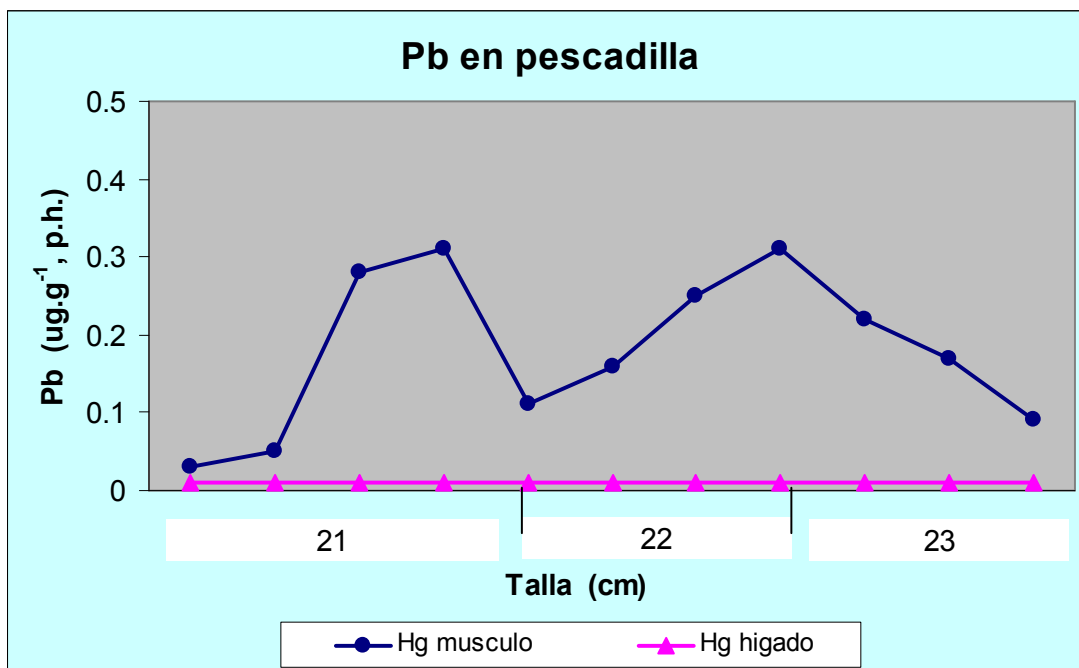


Figura 42: Distribución de plomo en músculo e hígado de la pescadilla común (*Cynoscion striatus*) capturada en el área de estudio.

Los valores de plomo determinados en el músculo comestible de las cuatro especies evaluadas son inferiores a los estándares internacionalmente aceptados como de aptitud para el consumo humano (Nauen, 1983; WHO, 1991; JECFA, 2003), aunque algún valor individual puede haber superado ligeramente esos niveles.

2.4.3. Cobre en peces.

Todos los ejemplares de gatuzo (*Mustelus schmitti*) analizados mostraron contenidos de cobre por debajo del límite de detección en las muestras de músculo (con la sola excepción de un ejemplar que mostró un contenido de 0,39 µg Cu/g, en peso húmedo), mientras que las de hígado fueron variables, y llegaron a presentar niveles de hasta 2,01 µg Cu/g, en peso húmedo (**Figura 43**). Vale destacar que los valores de Cu detectados en el hígado de gatuzos nunca fue inferior al límite de detección del método analítico empleado, y que variaron entre los 0,68 y 2,01 µg Cu/g, en peso húmedo (**Figura 43**). También en este caso las concentraciones de cobre registradas en hígado de los ejemplares estudiados fueron bajas a medias, y conservaron la estabilidad en sus valores aun a tallas crecientes (**Figura 43**). Las

tendencias observadas en la distribución de concentraciones de Cu no permiten sostener la existencia de bioacumulación de este metal en el hígado del gatuzo en el estuario, y esto probablemente esté ligado a la existencia de algún mecanismo de excreción que regula esta concentración, impidiendo su aumento. Los valores de Cu determinados en tejidos de gatuzo en el presente trabajo son del mismo orden que los informados previamente para la misma especie en Bahía Blanca (IADO, 2002, 2004, 2006).

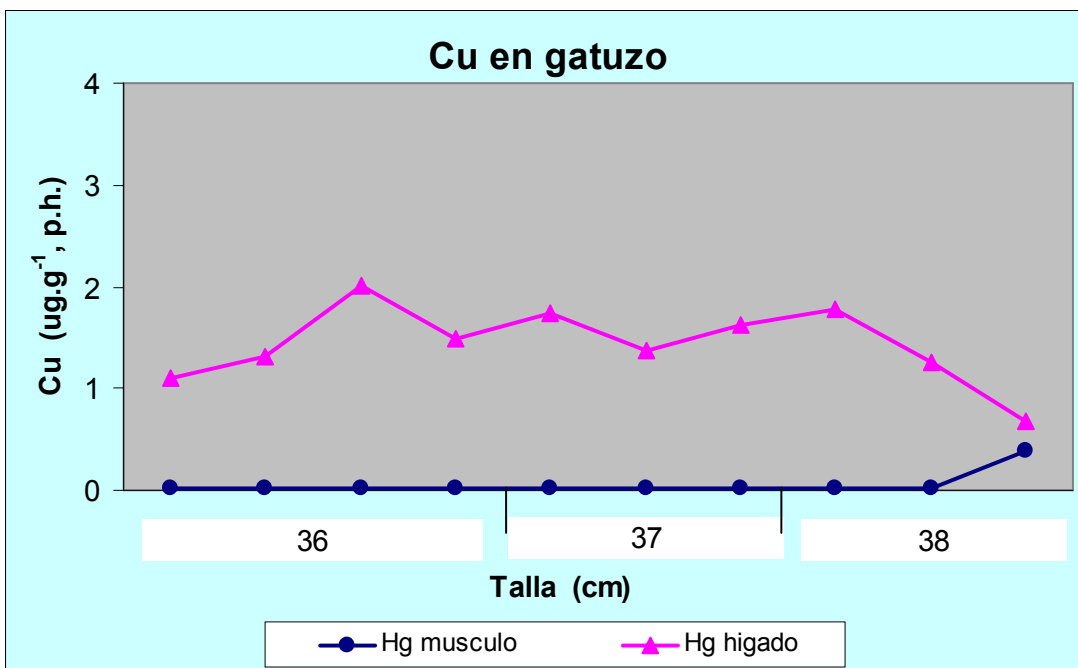


Figura 43: Distribución de cobre en músculo e hígado del tiburón gatuzo (*Mustelus schmitti*) capturado en el área de estudio.

En el caso de la corvina (*Micropogonias furnieri*) la distribución de concentraciones de Cu en músculo estuvo en todos los casos por debajo del límite de detección del método analítico empleado (**Figura 44**). Por su parte, en el hígado se registraron concentraciones claramente crecientes, que variaron entre los 1,38 y 3,13 µg Cu/g, en peso húmedo (**Figura 44**). Las concentraciones de Cu determinadas son de valores medios, y su distribución permite sostener la existencia de un proceso de acumulación biológica de este metal en el hígado de la corvina (**Figura 44**). Los valores de Cu determinados en tejidos de corvina en el presente trabajo son del mismo orden que los informados previamente para la misma especie en Bahía Blanca (IADO, 2002, 2004, 2006).

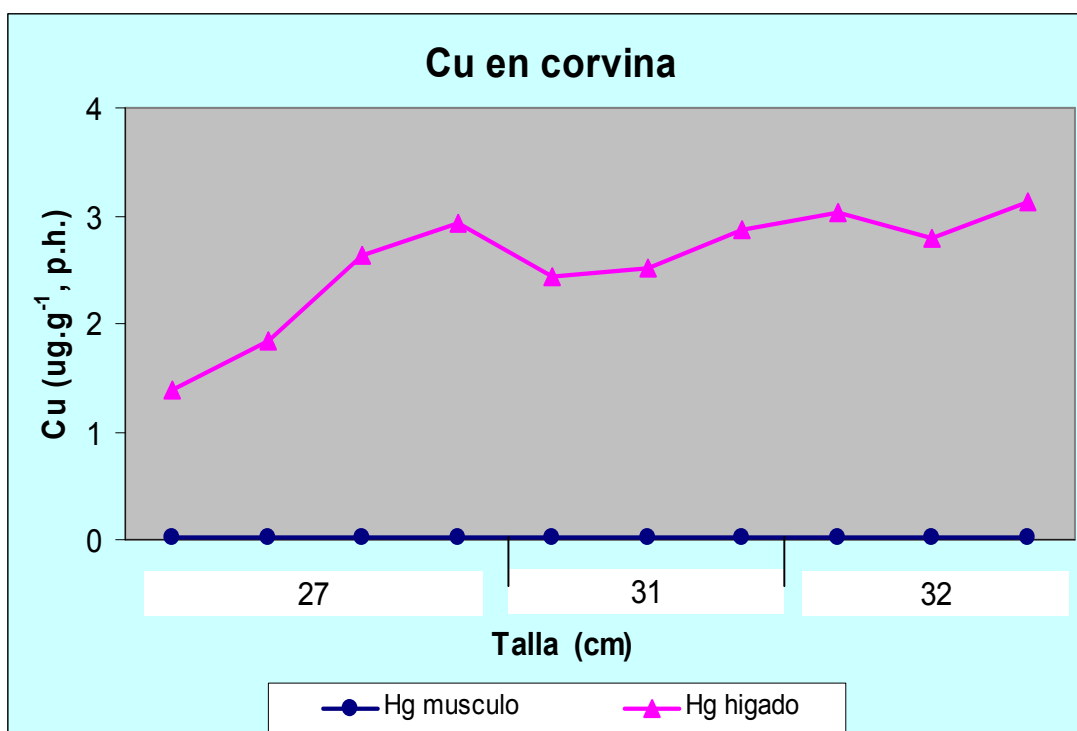


Figura 44: Distribución de cobre en músculo e hígado de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) capturada en el área de estudio.

Por último, los valores de Cu determinados en los tejidos de pescadilla (*Cynoscion striatus*) de Bahía Blanca presentaron una tendencia mucho más sostenida: en todos los casos los niveles de este metal en músculo estuvieron por debajo del límite de detección del método analítico empleado, mientras que los de hígado variaron entre los 9,04 y 22,61 µg Cu/g, en peso húmedo (**Figura 45**). También en este caso la tendencia observada es lo suficientemente definida como para sostener la existencia de una acumulación biológica de Cu en el hígado de la pescadilla del estuario (**Figura 45**). Los valores determinados en este estudio son del mismo orden que los antecedentes históricos que existen para esta especie en el estuario de Bahía Blanca (IADO, 2000, 2002, 2004, 2006), y vale destacar que son los más altos entre las cuatro especies evaluadas.

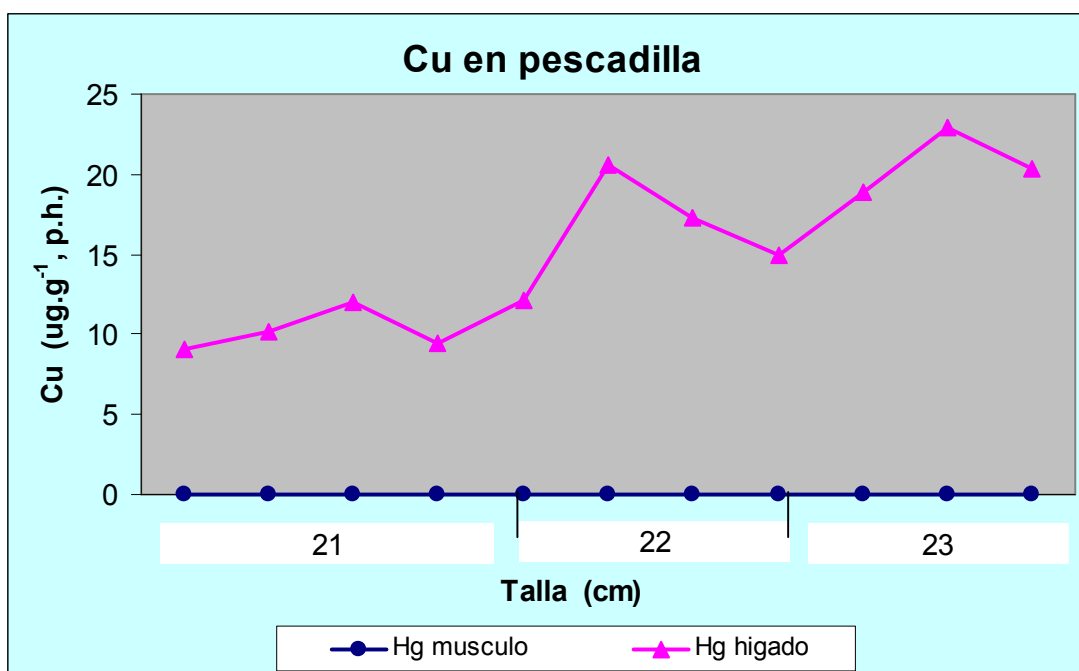


Figura 45: Distribución de cobre en músculo e hígado de la pescadilla común (*Cynoscion striatus*) capturada en el área de estudio.

Los valores de cobre determinados en el músculo comestible de las cuatro especies evaluadas son inferiores a los estándares internacionalmente aceptados como de aptitud para el consumo humano (Nauen, 1983; WHO, 1991; JECFA, 2003), aunque algún valor individual puede haber superado ligeramente esos niveles.

2.4.4. Zinc en peces.

Los ejemplares de gatuzo (*Mustelus schmitti*) analizados mostraron contenidos de zinc en músculo que variaron entre los 0,01 y 4,03 µg Zn/g, en peso húmedo, mientras que los de hígado fueron crecientes, y oscilaron entre los 7,68 y 28,45 µg Zn/g, en peso húmedo (**Figura 46**). También en este caso las concentraciones de zinc registradas en hígado de los ejemplares estudiados fueron de magnitudes intermedias, y mostraron una tendencia decreciente con el aumento de la talla (**Figura 46**). Las tendencias observadas en la distribución de concentraciones de Zn permiten sostener la existencia de bioacumulación de este metal en hígado del gatuzo en el estuario. Los valores de Zn determinados en tejidos de gatuzo en el presente trabajo son del mismo orden que los informados

previamente para la misma especie en Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988 ; Marcovecchio *et al.*, 1988.a ; 1988.b.; IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

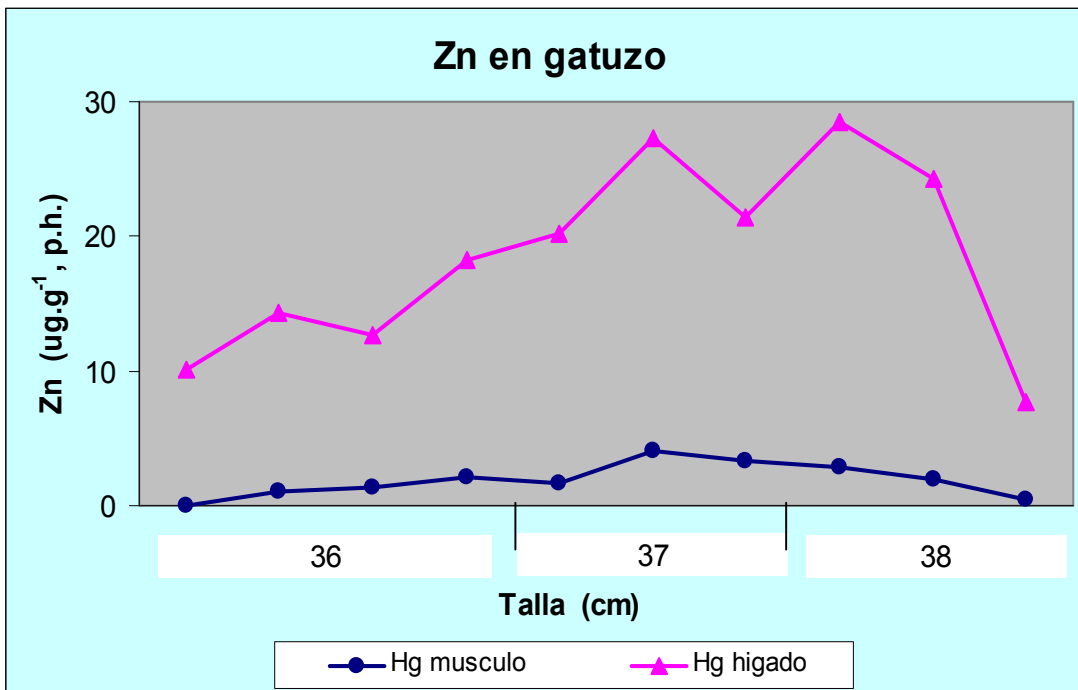


Figura 46: Distribución de zinc en músculo e hígado del tiburón gatuzo (*Mustelus schmitti*) capturado en el área de estudio.

En el caso de la corvina (*Micropogonias furnieri*) la distribución de concentraciones de Zn en músculo variaron entre los 2,10 y 4,74 $\mu\text{g Zn/g}$, en peso húmedo (**Figura 47**). Por su parte, en el hígado se registraron concentraciones que variaron entre los 2,10 y 10,06 $\mu\text{g Zn/g}$, en peso húmedo (**Figura 47**). Las concentraciones de Zn determinadas son altas, y su distribución permite sostener la existencia de procesos de acumulación biológica de este metal en ambos tejidos de la corvina. También en este caso los valores de Zn determinados en tejidos de corvina en el presente trabajo son del mismo orden que los informados previamente para la misma especie en Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988; Marcovecchio *et al.*, 1988.a ; 1988.b.; IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

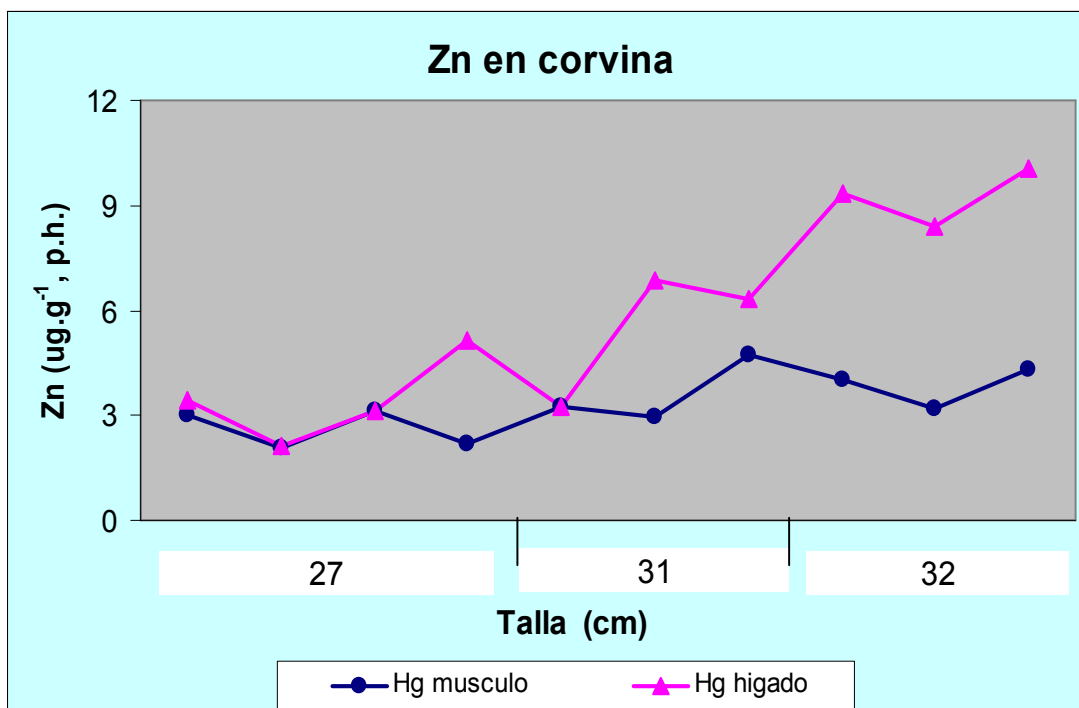


Figura 47: Distribución de zinc en músculo e hígado de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) capturada en el área de estudio.

Por último, los valores de Zn determinados en los tejidos de pescadilla (*Cynoscion striatus*) de Bahía Blanca presentaron la siguiente tendencia: en todos los casos los niveles de este metal en músculo variaron entre los 1,32 y 8,15 $\mu\text{g Zn/g}$, en peso húmedo, mientras que los de hígado lo hicieron entre los 37,13 y 66,32 $\mu\text{g Zn/g}$, en peso húmedo (**Figura 48**). En este caso la tendencia observada es lo suficientemente definida como para sostener la existencia de una acumulación biológica de Zn en el hígado de la pescadilla del estuario. Los valores determinados en este estudio son del mismo orden que los antecedentes históricos que existen para esta especie en el estuario de Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988; Marcovecchio *et al.*, 1988.a; 1988.b.; IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

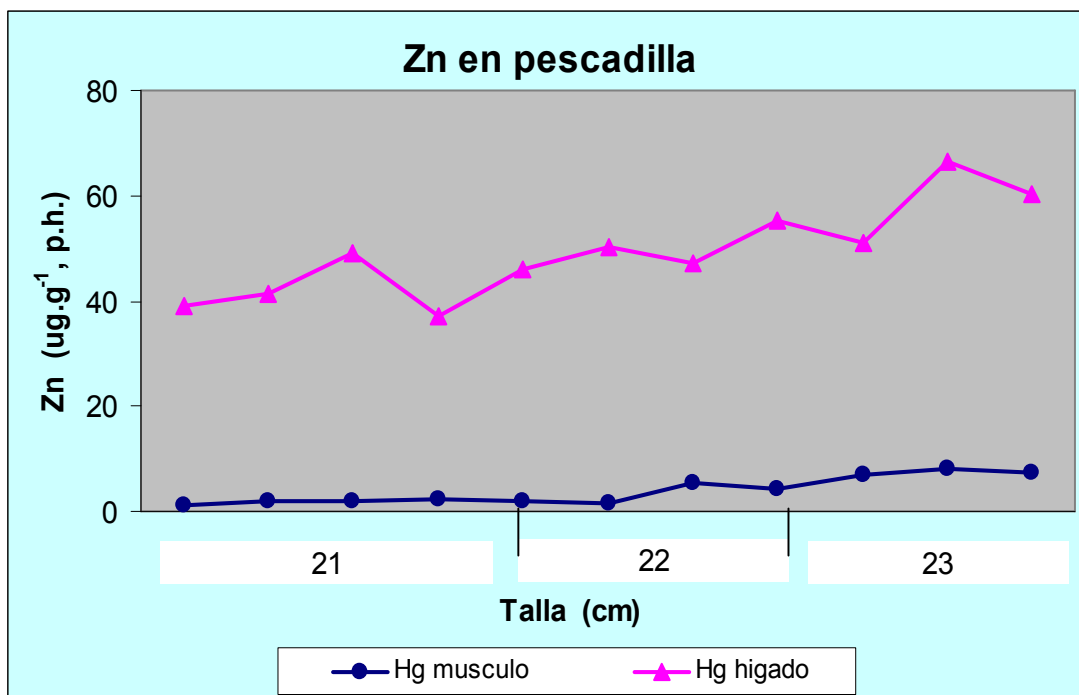


Figura 48: Distribución de zinc en músculo e hígado de la pescadilla común (*Cynoscion striatus*) capturada en el área de estudio.

Los valores de zinc determinados en el músculo comestible de las cuatro especies evaluadas son inferiores a los estándares internacionalmente aceptados como de aptitud para el consumo humano (Nauen, 1983; WHO, 1991; JECFA, 2003), aunque algún valor individual puede haber superado ligeramente esos niveles.

2.4.5. Cromo en peces.

Ninguna de las muestras de músculo e hígado de las tres especies estudiadas en esta fase del Programa de Monitoreo presentó niveles que superaran el límite de detección del método analítico empleado (**Figuras 49, 50, y 51**). Cabe recordar que en las instancias previas de este Programa (IADO, 2000, 2002, 2004) se habían registrado valores bajos (pero detectables) de Cr en tejidos de peces del estuario, aunque en la instancia inmediatamente anterior (IADO, 2006) los niveles de Cr también fueron no detectables en todos los casos.

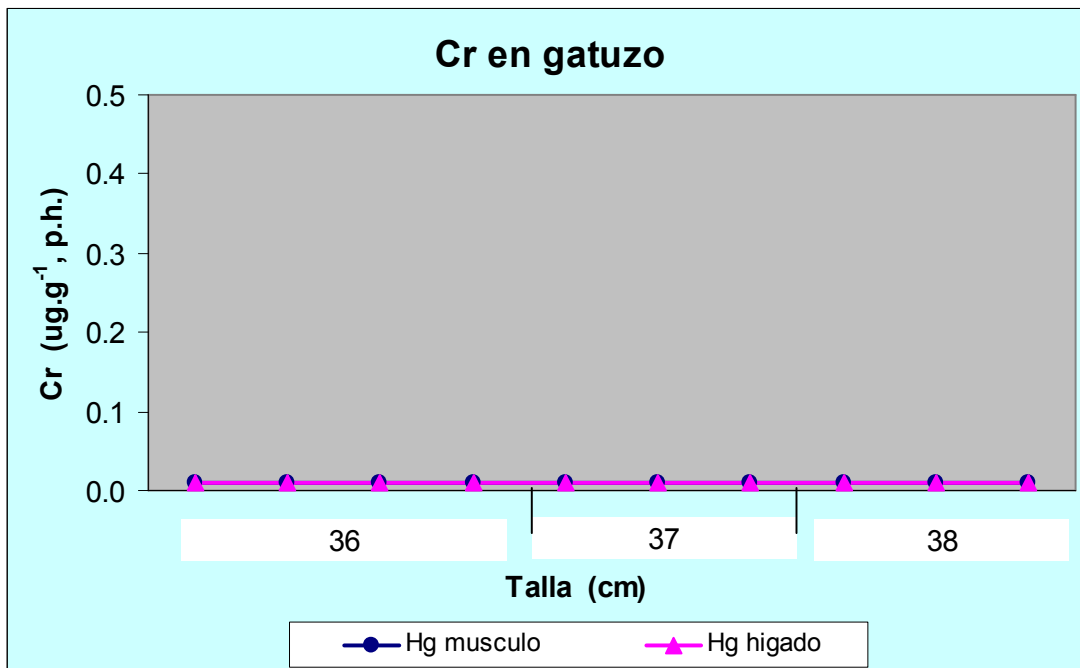


Figura 49: Distribución de cromo en músculo e hígado del tiburón gatuzo (*Mustelus schmitti*) capturado en el área de estudio.

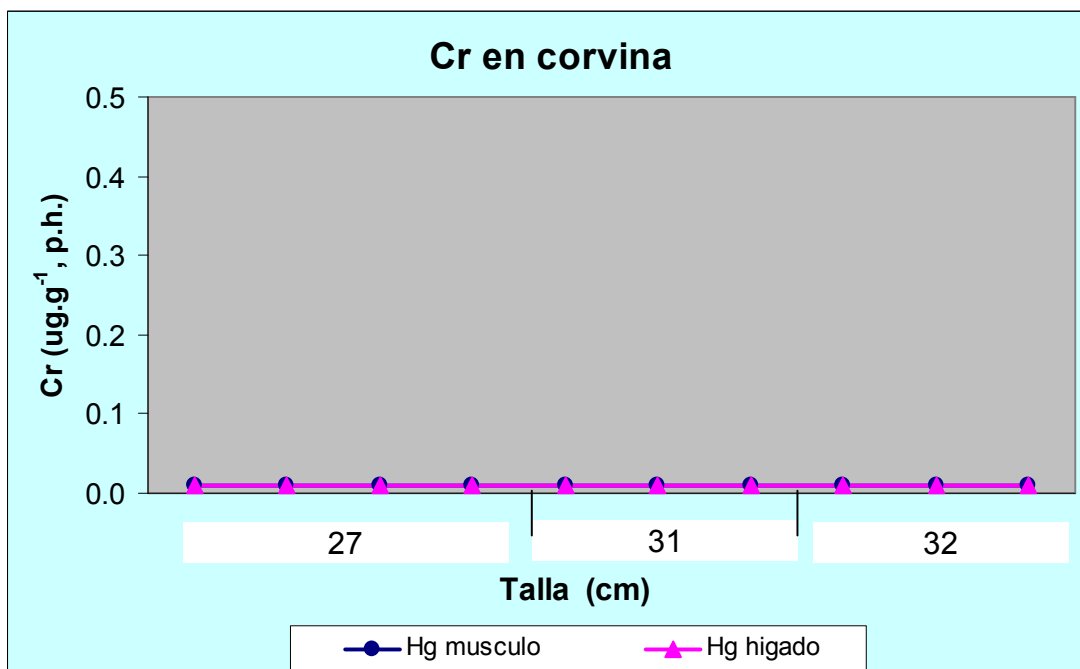


Figura 50: Distribución de cromo en músculo e hígado de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) capturada en el área de estudio.

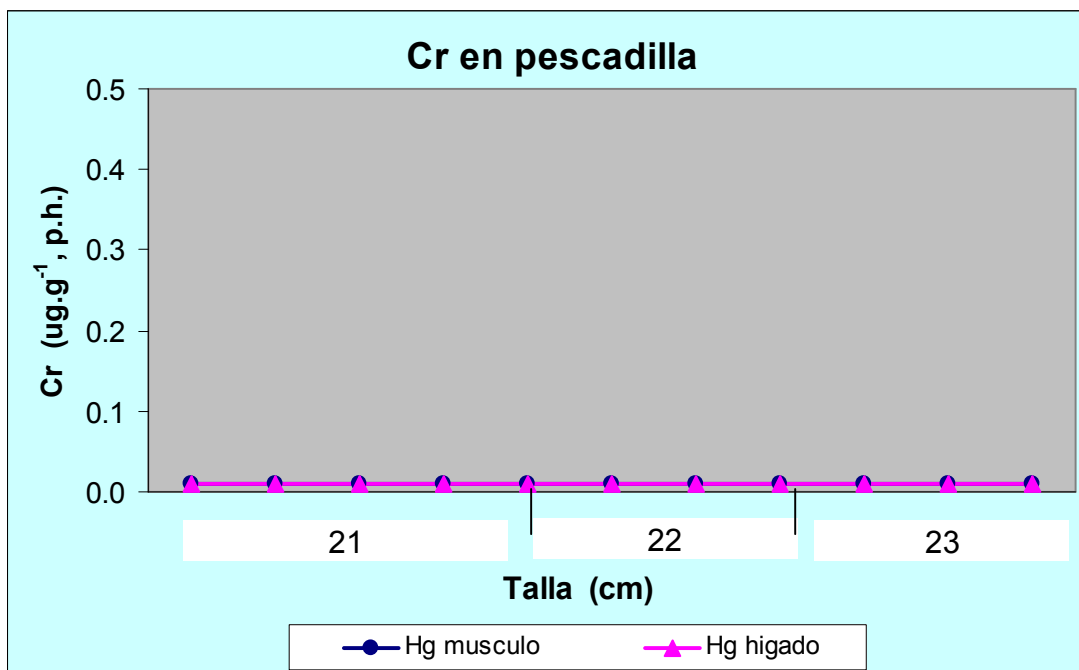


Figura 51: Distribución de cromo en músculo e hígado de la pescadilla común (*Cynoscion striatus*) capturada en el área de estudio.

2.4.6. Mercurio en peces.

Todos los ejemplares de gatuzo (*Mustelus schmitti*) analizados mostraron contenidos de mercurio que variaron entre los 0,03 y 0,18 $\mu\text{g Hg/g}$, en peso húmedo, mientras que los de hígado oscilaron entre los 0,06 y 0,19 $\mu\text{g Hg/g}$, en peso húmedo (**Figura 52**). También en este caso las concentraciones de mercurio registradas en ambos tejidos de los ejemplares estudiados fueron bajas, y no mostraron una tendencia creciente con el aumento de la talla (**Figura 52**). Esta tendencia observada en la distribución de concentraciones de Hg no permiten sostener la existencia de bioacumulación de este metal en los tejidos del gatuzo en el estuario, lo que coincide con lo propuesto por De Marco et al.(2006) quienes sugirieron que este proceso sólo se producía por encima de un valor crítico de Hg, y no a concentraciones extremadamente bajas como las que aquí se han registrado. Los valores de Hg determinados en tejidos de gatuzo en el presente trabajo son inferiores que los informados previamente para la misma especie en Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988; Marcovecchio et al., 1988.a ; 1988.b.) y

confirman la tendencia decreciente informada en las fases previas de este Programa (IADO, 2000, 2002, 2004; 2006).

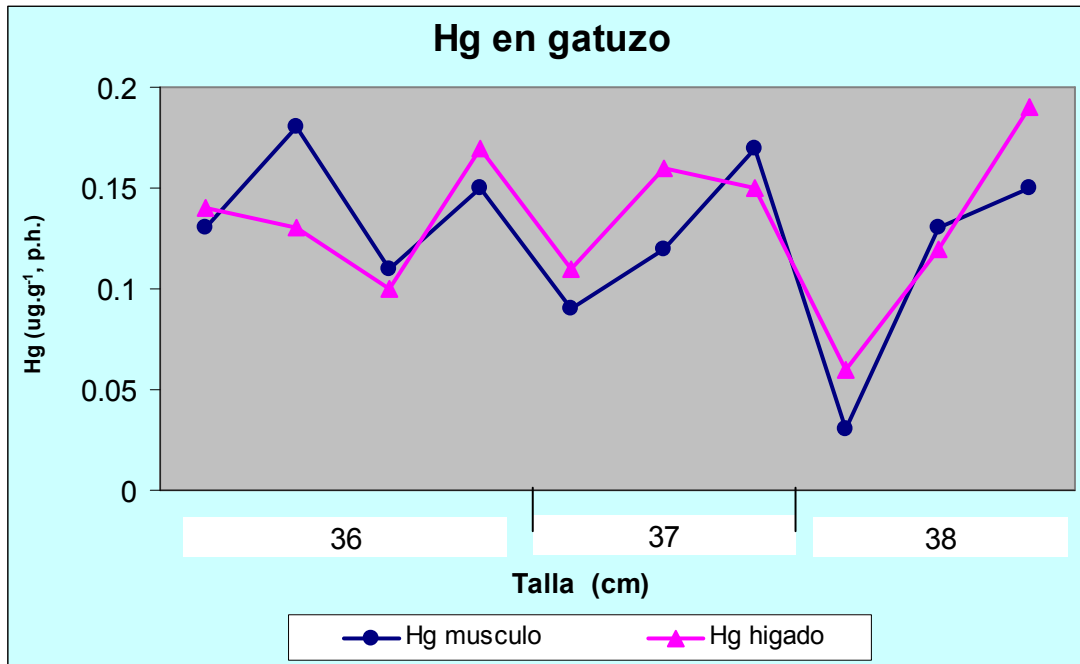


Figura 52: Distribución de mercurio total en músculo e hígado del tiburón gatuzo (*Mustelus schmitti*) capturado en el área de estudio.

En el caso de la corvina (*Micropogonias furnieri*) la distribución de concentraciones de Hg en músculo variaron entre los 0,01 y 0,07 $\mu\text{g Hg/g}$, en peso húmedo (**Figura 53**). Por su parte, en el hígado se registraron concentraciones que variaron entre los 0,03 y 0,09 $\mu\text{g Hg/g}$, en peso húmedo (**Figura 53**). Las concentraciones de Hg determinadas son bajas, y -tal y como se comentó en el caso anterior- su distribución no permite sostener la existencia de procesos de acumulación biológica de este metal en ambos tejidos de la corvina. Los valores determinados para esta especie en el presente estudio son inferiores a los de los antecedentes históricos que existen para el estuario de Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988; Marcovecchio *et al.*, 1988.a; 1988.b), y confirman la tendencia decreciente informada en las fases previas de este Programa (IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

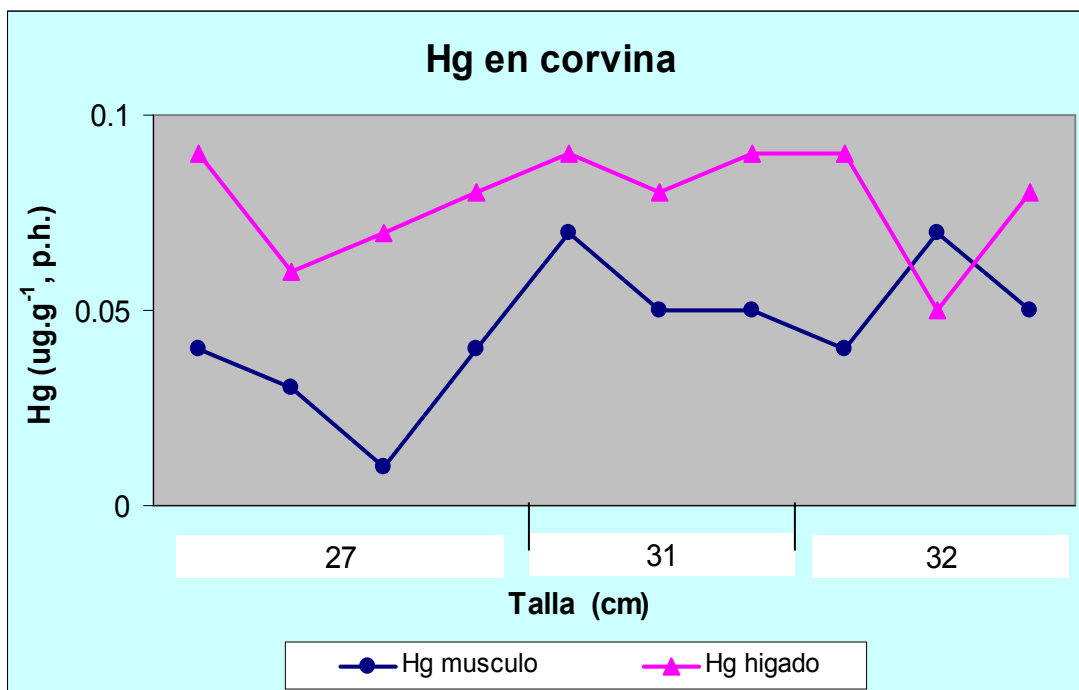


Figura 53: Distribución de mercurio total en músculo e hígado de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) capturada en el área de estudio.

Por último, los valores de Hg determinados en los tejidos de pescadilla (*Cynoscion striatus*) de Bahía Blanca presentaron la siguiente tendencia: en todos los casos los niveles de este metal en músculo variaron entre los 0,05 y 0,13 µg Hg/g, en peso húmedo, mientras que los de hígado lo hicieron entre los 0,05 y 0,12 µg Hg/g, en peso húmedo (**Figura 54**). También en este caso la tendencia observada no permite sostener la existencia de una acumulación biológica de Hg en los tejidos de la pescadilla del estuario. Los valores determinados para esta especie en el presente estudio son inferiores a los de los antecedentes históricos que existen para el estuario de Bahía Blanca (Marcovecchio, 1988; Marcovecchio *et al.*, 1988.a; 1988.b; 2001), y confirman la tendencia decreciente informada en las fases previas de este Programa (IADO, 2000, 2002, 2004, 2006).

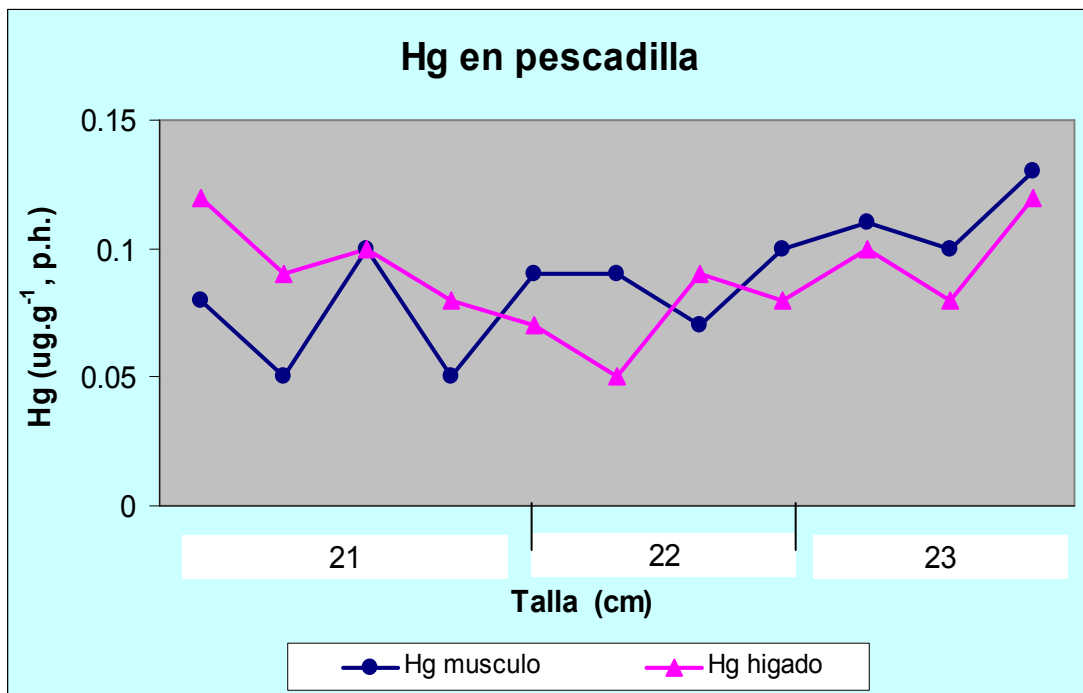


Figura 54: Distribución de mercurio total en músculo e hígado de la pescadilla común (*Cynoscion striatus*) capturada en el área de estudio.

Los valores de mercurio determinados en el músculo comestible de las tres especies evaluadas son inferiores a los estándares internacionalmente aceptados como de aptitud para el consumo humano (Nauen, 1983; WHO, 1991; JECFA, 2003).

CONCLUSIONES PARA EL PERIODO ESTUDIADO

La zona interior del estuario de Bahía Blanca, estudiada durante octubre/2006 – diciembre/2007, presentó condiciones que permiten caracterizarlo de la siguiente manera:

- i. Tanto los *parámetros físico-químicos estructurales* del sistema (temperatura, salinidad, pH) como los *ecofisiológicos* (nutrientes, pigmentos fotosintetizadores, oxígeno disuelto) mostraron un comportamiento normal para la época del año y plenamente concordante (tanto en tendencias como en magnitud) con los datos históricos pre-existentes para este ambiente.
- ii. La *distribución horizontal* de los parámetros físico-químicos presentó una tendencia homogénea, sin variaciones significativas a lo largo de la grilla de muestreo, lo que permite sostener que desde el punto de vista oceanográfico esta zona funciona como una unidad.
- iii. El nivel de concentración de pigmentos fotosintetizadores indica que el sistema biológico está funcionando adecuadamente, y produce en el nivel históricamente considerado normal para este ecosistema.
- iv. La mayoría de los *metales pesados disueltos* estudiados (Pb, Cu, Zn, Cr y Hg) presentaron concentraciones variadas. Ninguna de las distribuciones observadas presentó predominio de algún metal en la zona exterior del área de estudio. Algunos predominaron en la zona interior (Pb, Cr), mientras que otros mostraron distribuciones globales (Cd, Cu, Fe, Ni, Zn). Hg presentó niveles muy bajos.
- v. Con excepción del Hg, todos los *metales pesados* estudiados (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr) mostraron que se están acumulando en los *sedimentos* del sistema, presentando además una tendencia a acumularse más en la zona interior que en la exterior de la grilla de muestreo empleada.

- vi. Los niveles determinados de *hidrocarburos totales dispersos / disueltos* en el agua del estuario, fueron bajos y no mostraron una distribución definida.
- vii. Sí se ha observado una acumulación global de hidrocarburos totales en los sedimentos del sistema, que no llegó a indicar una tendencia espacial definida.
- viii. En las tres campañas en que se midió organoclorados se registraron valores detectables, pero relativamente bajos.
- ix. Las tres especies de peces estudiadas mostraron residuos de Cd, Pb, Cu, Zn y Hg en sus tejidos (músculo e hígado), mientras que el Cr no fue detectable en ninguno.
- x. Con la excepción del mercurio en las tres especies y plomo (sólo en la pescadilla), todos los otros metales tuvieron en general mayores niveles en el hígado que en el músculo.
- xi. Los niveles de Pb, Cu y Cr en los sedimentos del sistema parecen estar estabilizados con respecto a los valores de los últimos años. Los de Hg parecen seguir decreciendo, tal y como lo vienen mostrando en los últimos 5 años. Finalmente, los de Zn y los de Cd muestran un incremento (de baja pendiente pero constante) en sus niveles en el estuario.

BIBLIOGRAFIA

- APHA, 1992.** Standard methods for the examination of water and wastewater. L.Clesceri, A.Greenberg & A.Eaton (eds), APHA-AWWA.WEF, Washington,USA, 680 pp.
- APHA - AWWA - WEF, 1998.** Chlorophyll. En: Clesceri, L.S.; Greenberg, A. E.; Eaton, A. D. (Eds.), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th Edition, American Public Health Association, Washington: 10-18 a 10-25.
- Eberlein, K. & G. Kattner. 1987.** *Fresenius Z.Anal.Chem.*, 326: 354-357.
- E.P.A. 2002.** Gravimetric determination of total hydrocarbons. US.EPA Method 1664A.
- De Marco, S.D., S.E.Botté & J.E.Marcovecchio. 2006.** Mercury distribution in abiotic and biological compartments within several estuarine systems from Argentina: 1980 – 2005 period”. *Chemosphere* 65 (2): 213-233.
- Freije R.H y J.E.Marcovecchio, 2004.** Oceanografía química del estuario de Bahía Blanca”, R.H.Freije & J.Marcovecchio (2004). En: *El ecosistema del estuario de Bahía Blanca*, M.C.Piccolo & M.Hoffmeyer (eds), IADO, Bahía Blanca (Argentina), Cap. 8: 69-78. (ISBN 987-9281-96)
- Gayoso, A.A., 1989.** Species of the Diatom Genus *Thalassiosira* from a Coastal Zone of the South Atlantic (Argentina). *Botanica Marina* 32: 331-337.
- Ginsberg, S.S. y G.M.E. Perillo, 2000.** Deep scour holes at the confluence of tidal channels in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Marine Geology* 160: 171-182.
- Gómez, E.A. y G.M.E. Perillo, 1992.** Largo Bank: a shoreface-connected linear shoal at the Bahía Blanca entrance, Argentina. *Marine Geology* 104: 193-204.
- Gómez, E.A., S.S. Ginsberg y G.M.E. Perillo, 1997.** Geomorfología y sedimentología de la zona interior del Canal Principal del Estuario de Bahía Blanca. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 3: 55-61.
- Grasshoff, K. 1983.** In : *Methods in seawater analysis* , K. Grasshoff, M. Erhardt & K. Kremling (eds), 2nd.Edition, Verlag-Chemie, Ch.9, pp.134-137.
- IADO, 1997.** Estudio de la calidad del agua en la ría de Bahía Blanca. Informe Final, Instituto Argentino de Oceanografía: 60 pp.
- IADO, 2000.** Estudio de la calidad del agua en la ría de Bahía Blanca, 2da.Etapa. Informe Final, Instituto Argentino de Oceanografía: 55pp.

- IADO, 2002.** Programa de monitoreo de la calidad ambiental de la zona interior del estuario de Bahía Blanca. Informe Final, Instituto Argentino de Oceanografía: 76 pp.
- IADO, 2004.** Estudio del impacto de la descarga cloacal de la ciudad sobre el estuario de Bahía Blanca. Informe final, Instituto Argentino de Oceanografía: 105 pp.
- IADO, 2006.** Programa de monitoreo de la calidad ambiental de la zona interior del estuario de Bahía Blanca. Informe Final, Instituto Argentino de Oceanografía: 90 pp.
- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). 2003.** JECFA 61st Meeting. Rome (Italy), 10–19 June 2003.
Available from: <<http://www.who.int/pes/jecfa/jecfa.htm>>.
- Koirtjohann & Wen. 1973.** Critical study of the APDC-MIBK straction system for atomic absorption Anal. Chem., 45 (12): 1986-1989.
- Lacerda L. D., J. J. Abrão, M. Bernat & F. Fernex, 1999.** Biogeodynamics of heavy metals in the lagoons of eastern Rio de Janeiro State, Brazil. In: *Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems of Rio de Janeiro, Brasil*. B. Knoppers, E. Bidone & J. J. Abrão (eds.), UFF/FINEP, pp. 179-195.
- Loring D.H., 1982.** Geochemical factors controlling the accumulation and dispersal of heavy metals in the Bay of Fundy sediments. *Can.J.Earth Sci.*, 19 (5): 930-944.
- Loring D.H., 1991.** Normalization of heavy metal data from estuarine and coastal sediments. *ICES, J. Mar. Sci.*, 48: 101-115.
- Marcovecchio, J.E. 1988.** *Tesis Doctoral, Univ.Nac.Mar del Plata: 212 pp.*
- Marcovecchio, J., V. Moreno & A. Pérez. 1988.a.** Determination of some heavy metal baselines in the biota of Bahía Blanca, Argentina. *Sci.Tot.Environ.*, 75: 181-190
- Marcovecchio, J., V. Moreno & A. Pérez. 1988.b.** In : *Metals in coastal environments of Latin America*, U.Seeliger, L.D.Lacerda & S.Patchineelam (eds), Springer-Verlag, pp. 122-129.
- Marcovecchio, J., V. Moreno & A. Pérez. 1991.** Heavy metals accumulation in tissues of sharks from the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Mar.Environ.Res.* 31 (4): 263-274.
- Marcovecchio, J. & R.H.Freije. 2004.** Efectos de la intervención antrópica sobre sistemas marinos costeros: el estuario de Bahía Blanca. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN)*, Argentina, 56: 115-132.

- Marcovecchio, J. & L.Ferrer. 2005.** Distribution and geochemical partitioning of heavy metals in sediments of the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Journal of Coastal Research*, 21 (4): 826-834.
- Nauen,C.E. 1983.** Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. *FAO Fish.Circ.N°764*: 102 pp.
- Perillo, G.M.E., M.B. García Martínez y M.C. Piccolo, 1996.** Geomorfología de canales de marea: análisis de fractales y espectral. *Actas de VI Reunión Argentina de Sedimentología*: 155-160.
- Perillo, G.M.E. y M.C. Piccolo, 1991.** Tidal response in the Bahía Blanca estuary. *Journal of Coastal Research* 7: 437-446.
- Perillo, G.M.E. y M.C. Piccolo, 1999.** Bahía Blanca estuary: a review of its geomorphologic and physical characteristics. In: Perillo, G.M.E., M.C.Piccolo & M. Pino Quivira (eds), *Estuaries of South America: their geomorphology and dynamics*, Springer-Verlag, Berlin-Hiedleberg-New York.
- Popovich C.A. & A.M. Gayoso, 1999.** Effect of irradiance and temperature on the growth rate of *Thalassiosira curviseriata* Takano (Bacillariophyceae), a bloom diatom in Bahía Blanca estuary (Argentina). *Journal of Plankton Research* 21 (6):1101-1110.
- Perillo, G.M.E., M.C. Piccolo, E. Parodi & R.H. Freije, 2001.** The Bahía Blanca estuary, Argentina. In: U.Seeliger & B.Kjerfve (eds), *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 205-217.
- Pucci, A., R.Freije, R.Asteasuain, J.Zavatti & J.Sericano. 1980.** Contrib. Científ. IADO N°56 : 69 pp.
- Pucci, A.E. 1988.** In: Metals in Coastal Environments of Latin America, U.Seeliger, L.D.Lacerda & S.R.Patchineelam (eds), Springer-Verlag: pp. 9-15.
- Rule J. H., 1986.** Assessment of trace element geochemistry of Hampton Roads harbor and lower Chesapeake Bay area sediments. *Environ.Geol.Water Sci.*, 8: 209-219.
- Strickland, J & Parsons, T. 1968.** A Practical Handbook of Seawater. Analysis, pp 207-211
- Technicon®, 1973.** Industrial Method N° 186 - 72 W/B.
- Treguer, P., & P. Le Corre. 1975.** Manuel D'Analyse des Sels Nutritifs dans l'Eau de Mer, Univ.Bretagne Occidentale : 109 pp.

- Uthe, J., Armstrong, F., Stainton, M. 1970.** Mercury determination in fish samples by digestion and flameless atomic absorption spectrophotometry. J. Fish. Res. Bd. Canada, 27 : 805-811
- Villa, N. 1988.** In: Metals in Coastal Environments of Latin America, U. Seeliger, L.D. Lacerda & S.R. Patchineelam (eds), Springer-Verlag: pp.30-44.
- Villa, N. & Pucci, A.E. 1987.** Est. Coast & Shelf Sci., 25: 67-80.
- WHO (World Health Organization). 1991.** Inorganic mercury environmental health criteria 118. World Health Organization International Program on Chemical Safety (WHO-IPCS), Geneva, 168pp.

ESTUDIOS BACTERIOLÓGICOS REALIZADOS EN AGUAS Y SEDIMENTOS DEL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA. INFORME FINAL 2006-2007

Para ser presentado al Comité Técnico Ejecutivo de la Municipalidad de Bahía Blanca.

Personal responsable: Dra. Mónica D. Baldini (UNS), Dra. María A. Cubitto (UNS) y Lic. M. Nedda Chiarello.(IADO- CONICET)

El presente Informe Final se presenta al Comité Técnico Ejecutivo de Monitoreo Permanente del Estuario de Bahía Blanca, e incluye la información obtenida en las ocho (8) campañas de investigación realizadas durante 2006 - 2007, 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).

ANEXO II

Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca

Recuentos de poblaciones bacterianas en aguas y sedimentos

(Entre Boya 24 y Puerto Cuatros – Carta H – 212 del S.H.N.)

– Plan de Trabajo a Desarrollar Durante el Año 2004 / 2005 –

El programa de monitoreo se extenderá por un período de 12 (doce) meses a partir de su puesta en marcha efectiva. Para la recolección de datos se realizarán campañas de investigación, a través de los Laboratorios de Microbiología General e Industrial y de los Alimentos de la Universidad Nacional del Sur.

A tal efecto se fijarán **5 estaciones de muestreo** según el siguiente detalle:

Estación	Ubicación
<i>E 1</i>	Proximidades de la Boya 24
E 2	Proximidades del Desagüe Cloacal (Canal de la Ballena)
E 3	Proximidades de Pto.Ing.White
E 4	Proximidades de Puerto Galván (Posta de Inflamables)
E 5	Descarga Polo Petroquímico

En cada una de ellas se realizará el muestreo de aguas y sedimentos, según los siguientes procedimientos:

* Muestras de Agua de Mar

Se tomarán en el estrato sub-superficial de la columna de agua (aproximadamente 30 cm por debajo de la superficie), utilizando un muestreador manual, consistente en una botella estéril de vidrio color caramelo y de 800 mL de capacidad. Las muestras se mantendrán refrigeradas hasta su llegada al laboratorio. A partir de estas muestras, se tomarán las submuestras para las siguientes determinaciones bacteriológicas:

Búsqueda y cuantificación de E.coli

Cuantificación de bacterias heterótrofas de origen terrestre

Cuantificación de bacterias heterótrofas de origen marino

*** Muestras de Sedimentos Superficiales**

Debido a la mayor estabilidad que presentan las comunidades bacterianas en ellos, las muestras de sedimento se tomarán bimestralmente. Se recolectarán sedimentos superficiales utilizando una rastra con marco de acero inoxidable y reservorio de lona plástica. A partir de estas muestras se tomarán las submuestras para las siguientes determinaciones:

Búsqueda y cuantificación de E.coli

Cuantificación de bacterias degradadoras de hidrocarburos

El Municipio tendrá la facultad de designar observadores de las tareas de campo y de laboratorio que la Universidad Nacional del Sur realice concerniente a la ejecución del presente Programa.

La Universidad Nacional del Sur se compromete a proveer al municipio, cada vez que este los solicite, fracciones de las muestras obtenidas de aguas y sedimentos, comprendidas en el Programa en condiciones de ser analizadas, como contramuestras por terceros.

Se entregará un Informe Final escrito (en copia impresa y en CD) dentro de los noventa (90) días posteriores a la realización de la última campaña de investigación (6ta.campaña) incluida en este Programa.

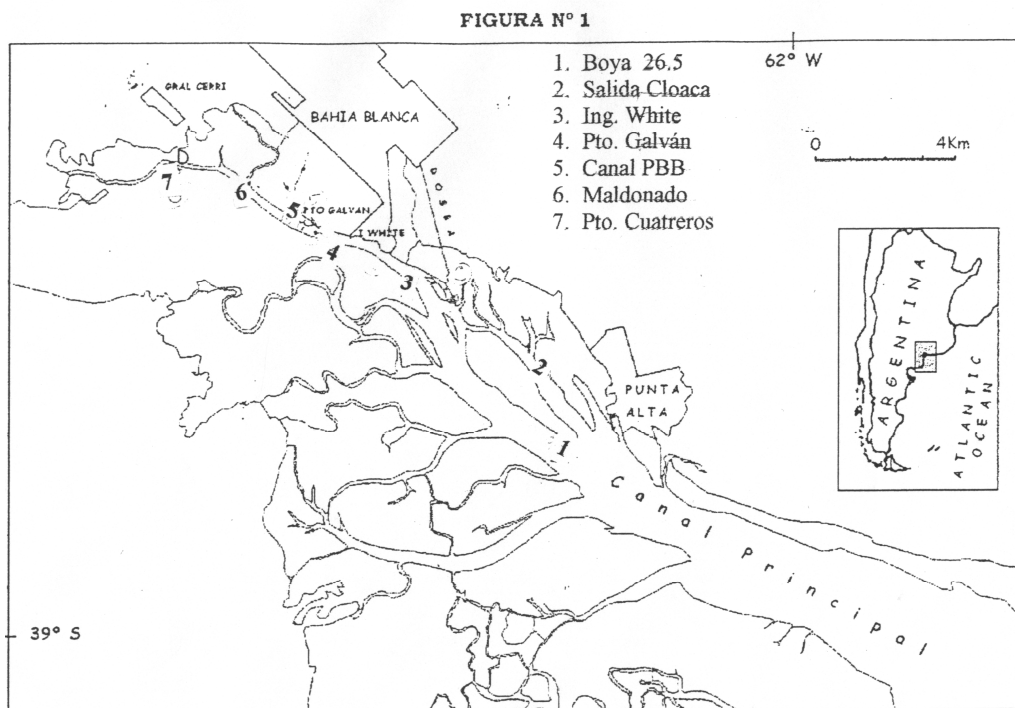
Los trabajos serán llevados adelante por el personal de los Laboratorios de Microbiología General e Industrial y de los Alimentos del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur; y los responsables científicos de la obtención de la información, su procesamiento, generación de informes y eventuales explicaciones, en torno a la misma serán

las Dras. Mónica D. Baldini y María Amelia Cubitto, docentes investigadoras de la Universidad Nacional del Sur.

Cualquier alteración a la nomina del personal interviniente, deberá de ser aprobada por el Municipio a propuesta de la Universidad Nacional del Sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio: Se establecieron 5 estaciones de muestreo, como se ve en la Fig. 1 (de la 1 a la 5), coincidentes con las de Química Marina del IADO. A ellas se accedió en 8 oportunidades: Octubre y Diciembre de 2006 y Febrero, Abril, Junio, Agosto, Octubre y Diciembre de 2007. En cada caso se extrajeron muestras de agua subsuperficial (30 cm) con muestreador manual y de sedimento superficial con rastra.



Los grupos fisiológicos bacterianos estudiados, el fundamento de su búsqueda así como la metodología empleada ya fueron descritas en informes anteriores.(Inf. 2004, Inf.2006).

RESULTADOS

En las Figuras 2 y 3 se presentan los resultados de los recuentos de la bacteria indicadora *Escherichia coli* en aguas del estuario de Bahía Blanca. Se confirman las notables diferencias espaciales que registran los recuentos, esto se debe a que es una bacteria que llega al ambiente fundamentalmente por la materia fecal del hombre y los animales homeotermos. Los mayores recuentos son coincidentes con las zonas afectadas por los volcados cloacales insuficientemente tratados que recibe el estuario (Figura 2, est. 3 y 4).

En la Figura 3 se pueden observar los valores promedio de la bacteria indicadora en cada una de las estaciones de muestreo. Aquí se evidencia claramente la zona históricamente más afectada por el accionar del hombre, donde se registran los **mayores** recuentos de *E.coli*, y también los **menores** desvíos estándar. Esto indica un impacto importante y constante en la zona. En las estaciones 1 y 2 los recuentos son en general de un orden de magnitud menor. Como evidencian sus registros medios se trata de un área menos afectada por la contaminación (distancia al efluente, dilución, dinámica). Sin embargo se registran esporádicamente aumentos en los números de bacterias tal vez porque las condiciones climáticas y/o parámetros oceanográficos (corrientes, mareas) permiten la llegada de masas de aguas contaminadas. Esto queda demostrado por los mayores desvíos estándar (DE) de estas estaciones, lo que da idea de la mayor dispersión de los datos.

Figura 2: Distribución espacial de *E. coli* en aguas del estuario de Bahía Blanca durante el período estudiado.

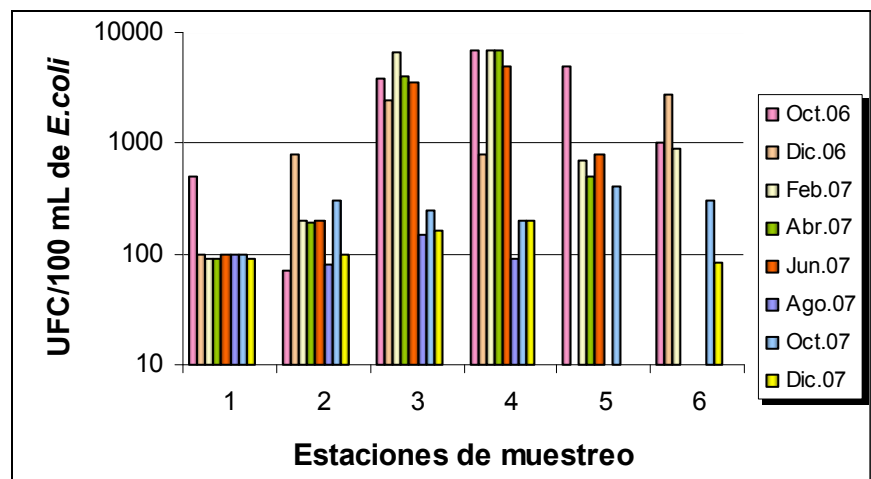
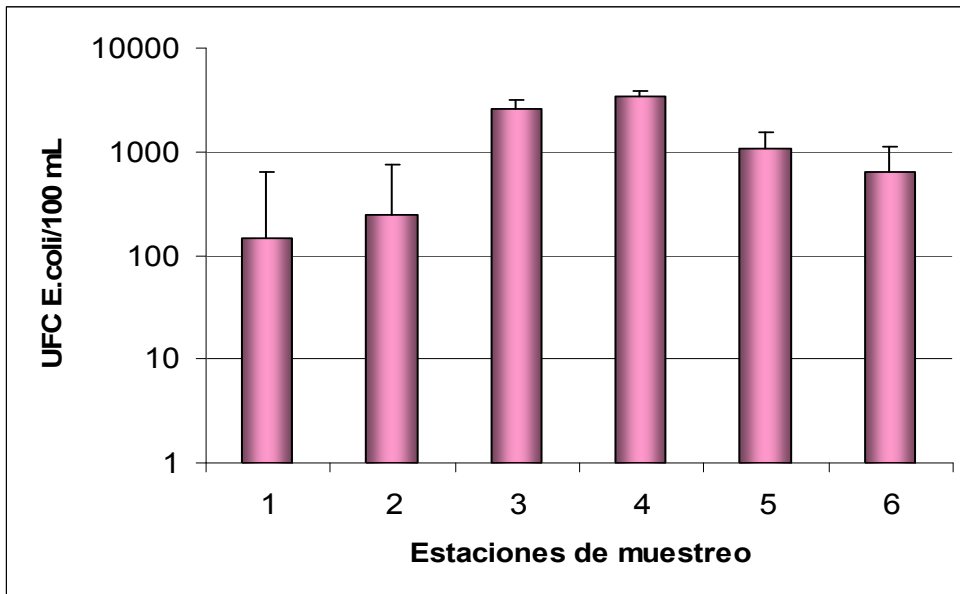


Figura 3: Valores medios del Log₁₀ *E.coli*/ 100 mL, obtenido en cada estación durante el periodo de estudio. Las barras representan el desvío estándar.



En cuanto a los sedimentos, siguen el mismo comportamiento que las aguas, si bien se evidencia una tendencia a la acumulación de bacterias en ellos (Figura 4 y 5) Se debe recordar que las bacterias en aguas se expresan por 100 mL y en sedimento por gramo de peso seco. Los pequeños DE muestran la estabilidad de los mismos.

Figura 4: Distribución espacial de *E.coli* en sedimentos del estuario de Bahía Blanca durante el período estudiado.

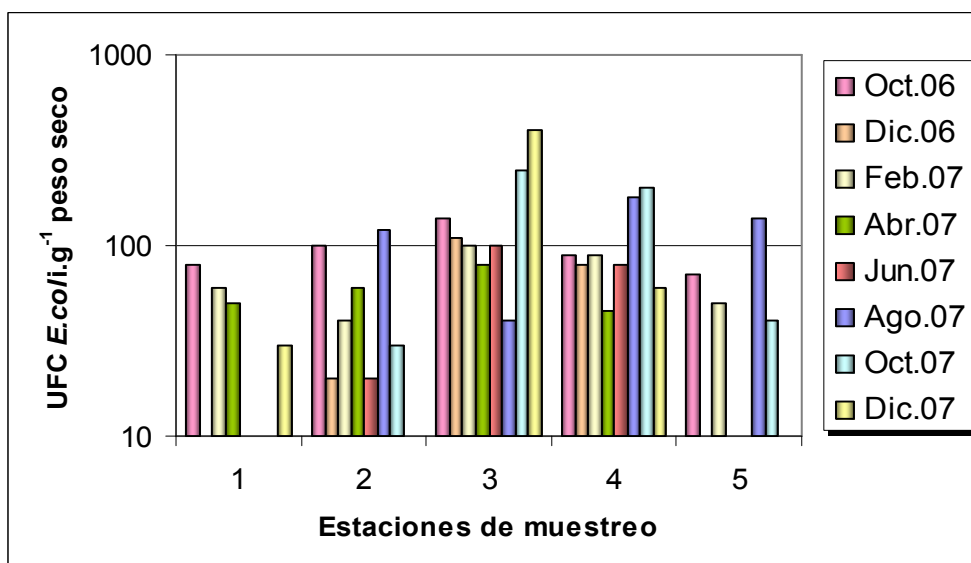
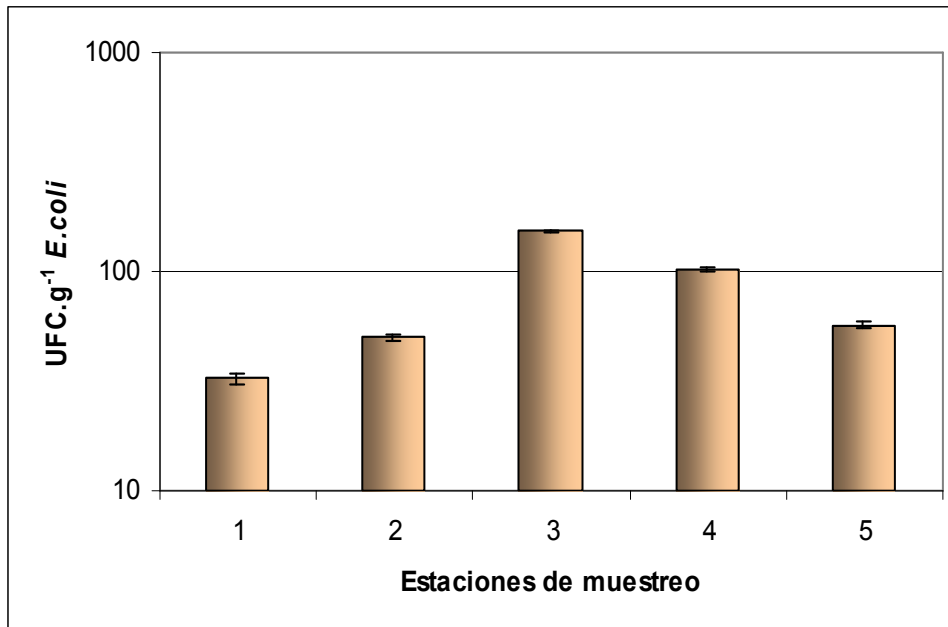


Figura 5: Valores medios del Log_{10} *E.coli*/ g sedimento seco obtenido en cada estación durante el periodo de estudio. Las barras representan el desvío estándar.



Los datos recabados hasta el momento (en promedio) no evidencian una diferencia importante con los históricos en aguas. Mientras que en sedimentos parecería registrarse una acumulación de indicadores de contaminación fecal. Los mayores recuentos de bacterias indicadoras se registran en los sitios del estuario más afectados por la actividad humana. Los resultados confirman la evidencia que el vuelco de los efluentes cloacales insuficientemente tratados, son la principal fuente de materia orgánica y microorganismos en el área estudiada. La detección en el ambiente, de números elevados de indicadores de contaminación fecal alerta sobre la posible presencia de microorganismos patógenos intestinales, con el consiguiente riesgo higiénico-sanitario para la población que utilice las aguas con fines recreativos.

Figura 6: Distribución espacial de bacterias heterótrofas marinas en aguas del estuario de Bahía Blanca durante el período estudiado.

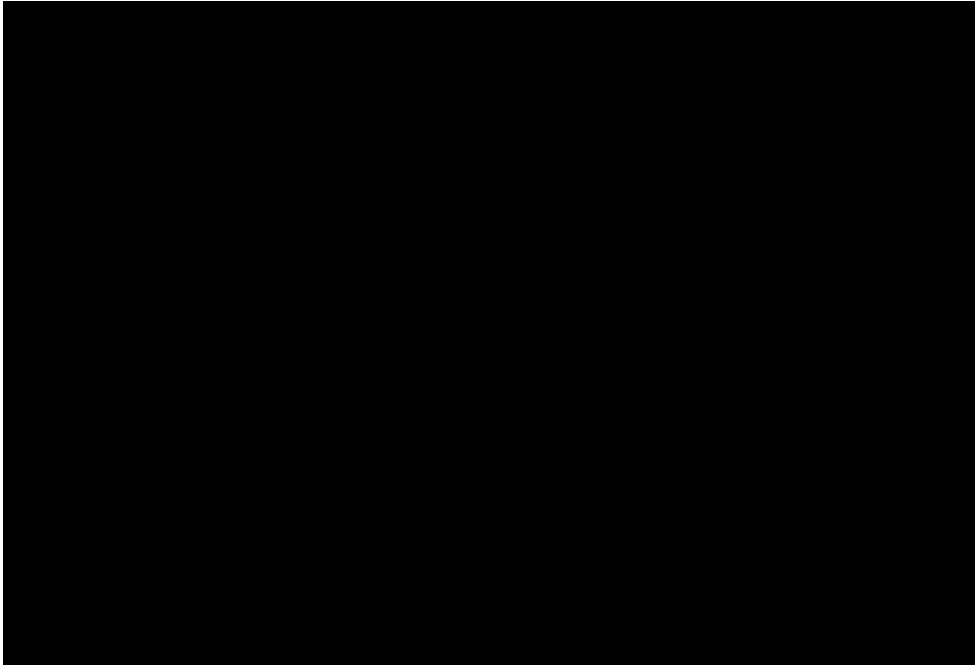
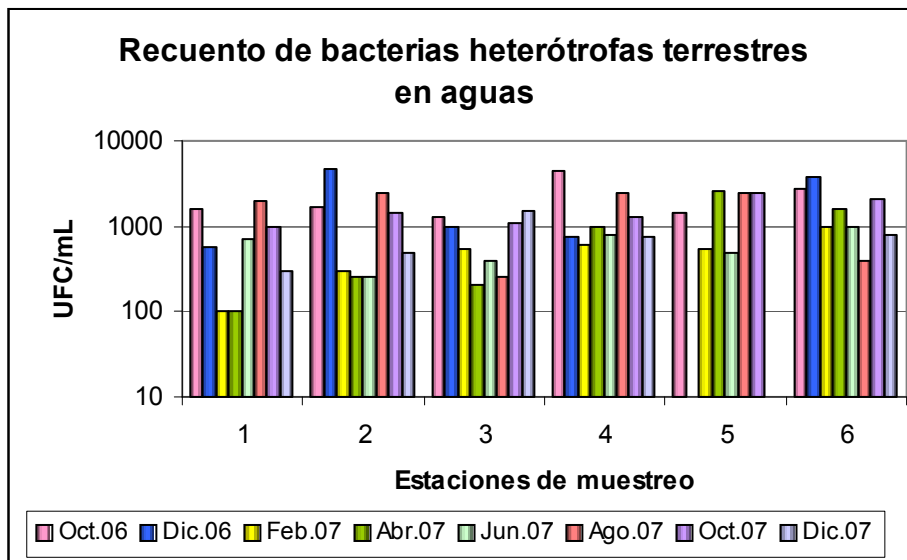


Figura 7: Distribución espacial de bacterias heterótrofas de origen terrestre en aguas del estuario de Bahía Blanca durante el período estudiado.



Como en estudios anteriores (Ver informes 2004, 2006) los recuentos de bacterias heterótrofas terrestres fluctúan dependiendo de las influencias continentales que reciben los distintos sitios de muestreo (Fig.7), no así las

bacterias marinas cuyos recuentos muestran mayor estabilidad tanto temporal como espacial (Fig.6). Dentro de este último grupo fisiológico, si bien los valores extremos se mantienen dentro del mismo orden de magnitud, si se compara con años anteriores, se registra una mayor variación dentro de cada estación.

Cuantificación de bacterias degradadoras de hidrocarburos en sedimentos

Los vuelcos de contaminantes al ambiente acuático ocasionan la alteración de la comunidad de microorganismos presente en el mismo. Estos cambios se reflejan en el aumento del número de algunas poblaciones y la disminución de otras. En el caso de los hidrocarburos ocurre el incremento significativo de poblaciones microbianas capaces de utilizar estos compuestos como fuente de carbono y energía para su crecimiento. Por lo tanto, el número de bacterias degradadoras de hidrocarburos (BDH) se utiliza como índice de este tipo de contaminación. La evaluación de las poblaciones microbianas de un ecosistema, ponen de manifiesto no sólo la presencia del contaminante, sino el impacto que dicho xenobiótico está generando en el ecosistema.

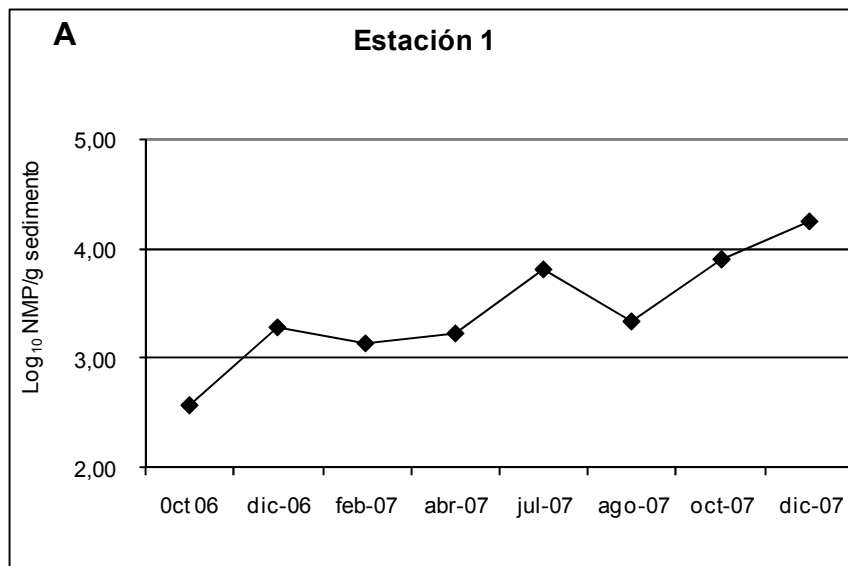
En la figura 8 (A, B, C y D) se muestra el número de BDH obtenidos en los sedimentos muestreados de cada una de las estaciones desde octubre de 2006 a diciembre de 2007. La figura 9 muestra los valores medios en cada sitio durante dicho periodo.

En la estación 1 se observó un incremento significativo de la población de BDH durante el curso del muestreo (figura 8 A). Cabe destacar que en los meses de octubre y diciembre se obtuvieron los valores más altos registrados desde abril de 2005. Estos valores llaman la atención ya que dicha estación se encuentra en la porción más externa del Canal Principal y posee mayor dinámica. Deberían investigarse focos cercanos de contaminación que justifiquen estos valores.

En la estación 2 se registró una media de NMP BDH/ g de sedimento superior a la obtenida durante los estudios del 2005 (Figuras 8 B y 9). Las estaciones 3, 4 y 5 no presentan variaciones significativas con respecto a otros estudios, la menor fluctuación de los valores indican un aporte continuo y significativo de hidrocarburos a lo largo del tiempo.

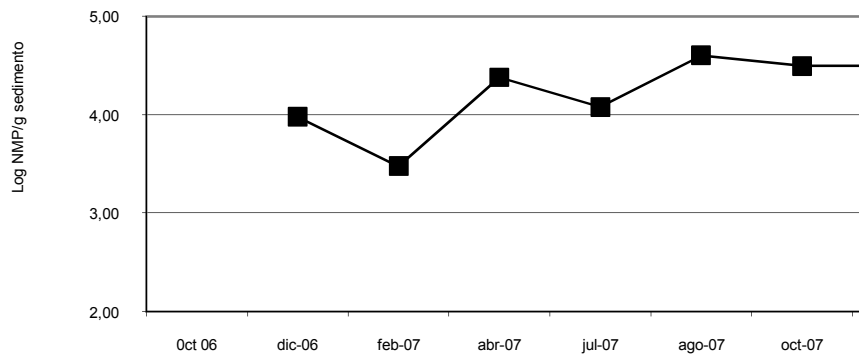
Como se ha indicado en estudios previos, los valores obtenidos ponen en evidencia que todo el sector muestreado recibe el impacto de hidrocarburos. En períodos anteriores, se indicaba como más afectadas las zonas próximas a los Puertos de Ing. White y Galván (estaciones 3, 4 y 5). En el estudio actual la zona afectada se habría extendido hasta la estación más externa (estación 1).

FIGURA 8: Log₁₀ NMP de BDH por gramos de sedimento seco durante el periodo de muestreo octubre de 2006-diciembre 2007.



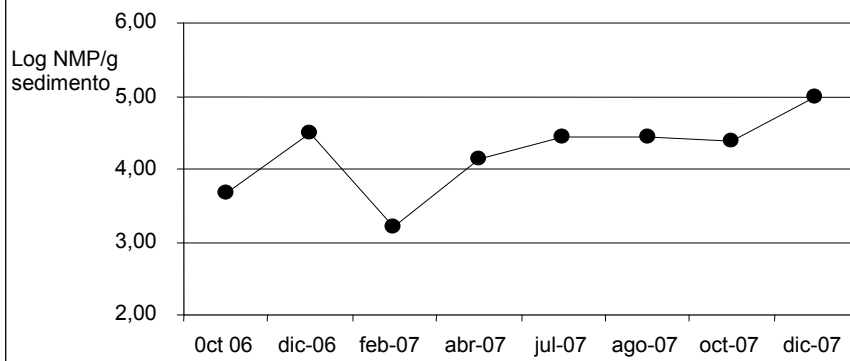
B

Estación 2



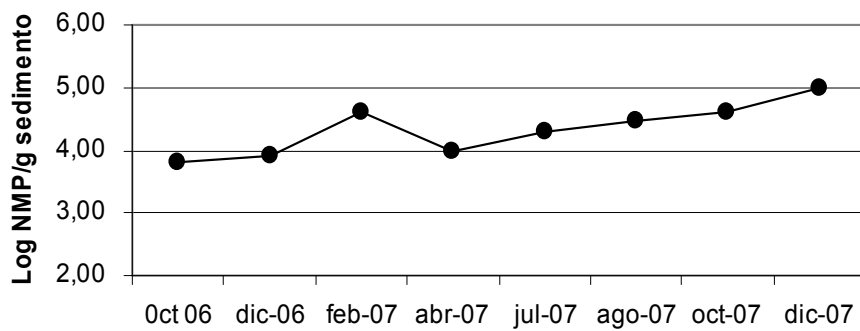
C

Estación 3



D

Estación 4



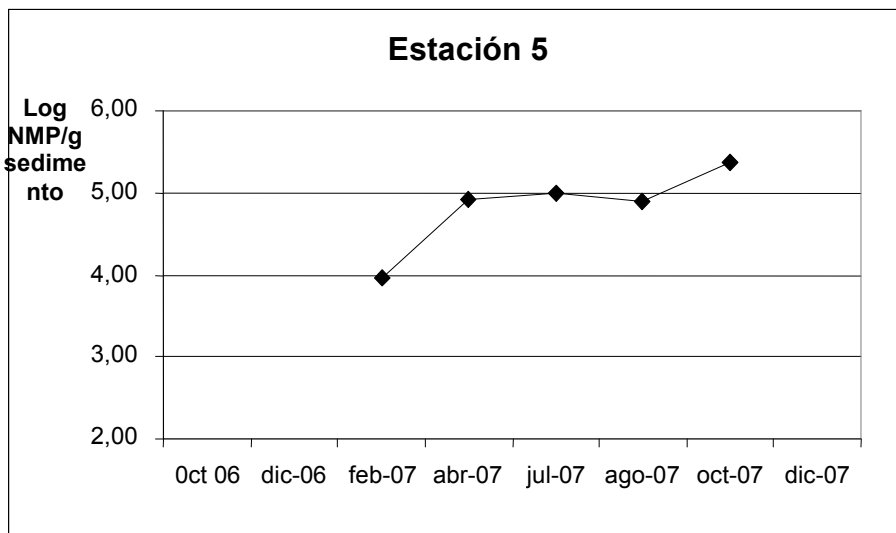
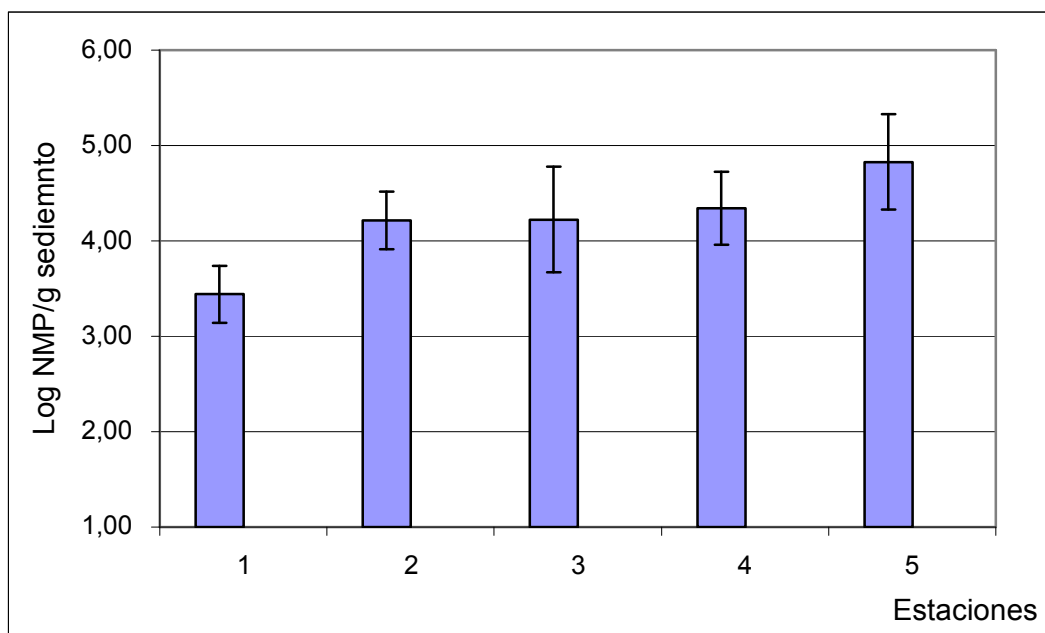


FIGURA 9: Valores medios de Log_{10} NMPBDH/ g sedimento seco obtenido en cada estación durante el periodo en estudio. Las barras representan el desvío estándar.



CONCLUSIONES

Como se viene puntualizado en todos los informes anteriores, el tratamiento apropiado de los efluentes cloacales, previo a su volcado en aguas del estuario, es imperioso para no vencer la resiliencia del ecosistema y para asegurar la salud de la población que utiliza la zona con distintos fines.

Como así también es imprescindible arbitrar los medios para un adecuado control de los vuelcos de hidrocarburos, en el Canal Principal. Los valores de indicadores obtenidos, alertan sobre la llegada de hidrocarburos a todos los sitios muestreados. La acumulación de estos contaminantes en los sedimentos conlleva un riesgo significativo para el ecosistema y para la salud de la población.

- BIBLIOGRAFÍA

- APHA. 1992. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Baldini M. 1998. Evaluación del grado de deterioro de un ambiente estuarino afectado por el volcado de efluentes cloacales crudos. Tesis doctoral. Biblioteca UNS.
- Braga E., Bonetti C., Burone L. y Bonetti J. 2000. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada santista estuarine system-Brazil. *Marine pollution Bulletin*. 40: 165-173.
- Cabezalí y Cubitto M.A. Detección bacteriológica de contaminación por petróleo en el estuario de Bahía Blanca. *Rev.Arg. Microbiol.* 22:167-174.1990.
- Davis C. Long M., Donald N. y Ashobolt N. 1995. Survival of faecal microorganisms in marine and freshwater sediments.. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 1888-1896.
- Hogeboom, T. Microbiologist, Vermont Environmental Conservation Laboratory, Waterbury, VT. Personal communication.
- Mills A.L., Breuil C. y Colwell R.R. Enumeration of petroleum degrading marine and estuarine microorganisms by the most probably number method. *Can.J. Microbiol.* 24: 552-557. 1978
- River Watch Network. 1991. *Escherichia coli (E. coli) membrane filter procedure* (adapted from USEPA Method 1103.1, 1985). Montpelier, VT. October.
- USEPA. 1985. *Test methods for Escherichia coli and enterococci in water by the membrane filter procedure (Method #1103.1)*. EPA 600/4-85-076. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring and Support Laboratory, Cincinnati, OH.
- USEPA. 1986. *Bacteriological ambient water quality criteria for marine and fresh recreational waters*. EPA 440/5-84-002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, OH.

Dra. María Amelia Cubitto

Dra. Mónica D. Baldini

INFORME FINAL

ENERO-DICIEMBRE 2007

Convenio Específico MBB – UNS

“PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA
ZONA INTERIOR DEL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA”

ANEXO III: ESTUDIO DEL FITOPLANCTON, MICRO, MESO Y
MACROZOOPLANCTON

UNIDAD EJECUTORA

Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET-UNS). Laboratorio de Ecología del
Zooplancton de Costas y Estuarios

DIRECCION

Dra. Mónica S. Hoffmeyer (Investigadora Adjunta S/D CONICET, IADO y Profesora
Adjunta UTN, FRBB).

PERSONAL PARTICIPANTE

Dra. María S. Barría (IADO y UNS)
Dra. Rosa E. Pettigrosso (UNS)
Dra. Karin Fulco (CENPAT, Pto Madryn, Chubut)
Lic. Florencia Biancalana (IADO)
Lic. Melisa D. Fernández Severini (IADO)
Lic. María C. Menéndez (IADO)
Lic. Anabella Berasategui (IADO)
Lic. Soledad Diodato (IADO)

ANEXO III

Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca

Estudio del Fitoplancton, Meso-Zooplancton y Macro-Zooplancton

(Entre Boya 24 y Puerto Cuatrerros – Carta H – 212 del S.H.N.)
– Plan de Trabajo a Desarrollar Durante el Año 2008 –

Este programa de monitoreo, se extenderá por un período de 12 (doce) meses a partir de su puesta en marcha efectiva, a través del Laboratorio de Ecología del Zooplancton de Costas y Estuarios del Área de Oceanografía Biológica del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO).

El Programa incluirá la evaluación de parámetros oceanográficos, característicos de la condición ambiental del sistema, así como los análisis cualitativos y cuantitativos de las muestras de fitoplancton y zooplancton. El detalle de los mismos se especifica mas adelante.

A tal efecto se fijarán y se fijarán siete (7) estaciones de muestreos ajustadas al siguiente detalle:

Estación	Ubicación
E 1	Proximidades de la Boya 26
E 2	Proximidades del Desagüe Cloacal (Canal de la Ballena)
E 3	Proximidades de Puerto Ing. White
E 4	Proximidades de Puerto Galván
E 5	Canal Galván (Proximidades de la Descarga del Canal del Polo Petroquímico)
E 6	Maldonado
E 7	Puerto Cuatrerros

Para la recolección de datos se realizarán campañas de investigación mensuales y consecutivas, dentro del período mencionado en las que se realizarán mediciones *in situ* y se obtendrán muestras para ser evaluadas en el Laboratorio.

En cada una de las estaciones se obtendrán muestras de:

- * Agua de mar.
- * Fitoplancton.
- * Micro-Zooplancton.
- * Meso-Zooplancton.
- * Macro-Zooplancton.

Que se analizarán de acuerdo a las técnicas que se detallan a continuación:

* **Muestras de Agua de Mar**

Se tomarán en el estrato sub-superficial de la columna de agua (aproximadamente 30 – 50 cm por debajo de la superficie), utilizando botella de Van Dorn, de policarbonato. A partir de estas muestras, se tomarán las submuestras para las determinaciones de pigmentos fotosintetizadores, materia orgánica.

Los análisis que se realizarán en estas muestras son:

15. **Temperatura:** se medirá con sensores in situ, calibrados contra termómetros de mercurio de rango expandido.
16. **Salinidad:** con sensores in situ, calibrados contra mediciones de conductividad de agua de mar.
17. **pH:** Se medirá con sensores in situ, calibrados contra soluciones buffer internacionalmente estandarizadas.
18. **O₂ Disuelto y Procentaje de Saturación:** Se medirá con sensores in situ, calibrados contra titulaciones de soluciones estandarizadas (Método Winkler).
19. **Clorofila “a” y Feopigmentos en MPS:** Se tomarán las muestras en las campañas y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo el método de Lorenzen.
20. **Turbidez:** Se medirá con sensores in situ, calibrado contra soluciones patrones.
21. **Materia Orgánica Particulada:** Se tomarán las muestras en las campañas y se determinarán en el Laboratorio, siguiendo la técnica de Strickland & Parsons, calibradas contra soluciones estandarizadas de glucosa.

* **Muestras de Fitoplancton**

Se tomarán muestras en el estrato superficial del agua de mar con red de plancton de 30 micras y botella Van Dorn para el estudio cualitativo y cuantitativo. Sobre las muestras recolectadas se analizará bajo microscopio invertido Wild M20 y método Utermöhl (Hasle, 1978). Se determinará la biomasa de fitoplancton siguiendo técnicas morfométricas (Putt y Stoecker, 1989; Verifity y Langdon, 1984).

* **Muestras de Micro, Meso y Macro-Zooplancton**

Las muestras de micro zooplancton se tomarán en el estrato superficial de agua de mar con red de plancton de 30 micras y botella Van Dorn. Sobre las muestras recolectadas se analizará bajo microscopio invertido Wild M20 y método Utermöhl (Hasle, 1978). Se determinará la biomasa de fitoplancton siguiendo técnicas morfométricas (Putt y Stoecker, 1989; Verifity y Langdon, 1984).

Las muestras para el estudio de meso y macro-zooplancton se recolectarán con redes convencionales de 200 y 500 micras y arrastres superficiales de 5 minutos de

duración. Sobre las muestras recolectadas se analizará bajo microscopio estereoscópico Wild M5 y cámaras tipo Bogorov, según Harris et al. (2000).

Se optimizarán los análisis cuantitativos con microscopio estereoscópico y microscopio de investigación más cámara digital para microfotografía Nikon, equipo de última generación con análisis de imágenes (software de Media Cybernetics). De los análisis de los datos de abundancia y biomasa se calcularán los porcentajes de ocurrencia de cada una de las especies, grupos indicadores y asociaciones, rangos de riqueza específica, e índices de diversidad específica (Shanon y Weaver) y dominancia (Simpson) Pielou (1975) de cada fracción planctónica. Los datos obtenidos de la abundancia y biomasa por especie o taxón serán analizados estadísticamente con métodos univariantes (Sokal y Rohlf, 1979) o multivariados (Clarke y Warwick, 1994) y programas específicos, en relación a los datos de clorofila "a", carbono orgánico particulado, temperatura, salinidad, y concentración de diferentes contaminantes u otras variables indicadoras de grado de alteración del hábitat (pH, turbidez, etc.) obtenidos en cada estación de muestreo.

Para cada campaña se registrarán y dejarán constancia en los informes de las principales situaciones hidrometeorológicas como ser:

- a) Situación mareológica para cada estación ⁽¹⁾.
- b) Velocidad y dirección del viento.
- c) Profundidad del lugar de medición.
- d) Amplitud de la marea tabulada para la fecha ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Todo dato mareológico estará referido al mareógrafo de Ing. White.

El Municipio tendrá la facultad de designar observadores de las tareas de campo y de laboratorio que el IADO, realice concerniente a la ejecución del presente Programa.

El IADO, se compromete a proveer al municipio, cada vez que este los solicite, fracciones de las muestras obtenidas de aguas y sedimentos, comprendidas en el Programa en condiciones de ser analizadas, como contramuestras por terceros.

Se entregará: a) Un Informe de Avance en la 1ª quincena del mes de Agosto de 2008, b) Un Informe Final escrito (en copia impresa y en CD) dentro de los noventa (90) días posteriores a la realización de la última campaña de investigación (12^{ta}. campaña) incluida en este Programa.

Los trabajos serán llevados adelante por el personal del Laboratorio de Ecología del Zooplancton de Costas y Estuarios del Área de Oceanografía Biológica del IADO y personal de la cátedra de Ecología Marina de la Universidad Nacional del Sur; y el responsable científico de la obtención de la información, su procesamiento, generación de informes y eventuales explicaciones, entorno a la misma será la Dra. Mónica Hoffmeyer, responsable del mencionado Laboratorio. El personal científico y técnico que (en principio) participará en el desarrollo de este proyecto, será:

- Dra. Mónica S. Hoffmeyer (IADO/CONICET, UTN-FRBB)
- Dra. María S. Barría (IADO/CONICET, UNS)
- Dra. Rosa E. Pettigrosso (UNS)
- Dra. Karin Fulco (CENPAT/CONICET).
- Lic. Florencia Biancalana (IADO/FONCYT-ANPCYT)
- Lic. Melisa D. Fernández Severini (IADO/CONICET)
- Lic. María C. Menéndez (IADO/CONICET)
- Lic. Anabella Berasategui (UNS/IADO)
- Lic. Soledad Diodato (UNS, IADO).

Toda alteración a la nómina del personal interviniente, deberá de ser aprobada por el Municipio a propuesta del IADO.

FINALIDAD

Los objetivos de esta propuesta, sugerida con una duración de 24 meses y frecuencia de muestreo mensual son los siguientes:

- 1- Establecer *una línea de base de carácter diagnóstico* sobre el estado actual de la biodiversidad y dinámica espacial, estacional e interanual de las asociaciones planctónicas (fito, micro, meso y macroplancton) que existen en el área de estudio situada en la zona interior del estuario de Bahía Blanca (Boya 24 a Pto. Cuatrerros).
- 2- Desarrollar *una base de datos* basada en los resultados de la presente investigación, donde consten valores medios, desvíos y rangos (por estación, fecha de muestreo y año) de los principales atributos cualitativos y cuantitativos de las asociaciones consideradas, tales como número de componentes (taxones), abundancia y biomasa. Asimismo, donde consten los mismos valores de determinados parámetros ecológicos calculados como índices de diversidad, equitatividad y dominancia, útiles para interpretar la estructura y variabilidad dentro y entre las asociaciones bióticas, y entre ellas y las condiciones del ambiente.

La importancia de los resultados alcanzados reside en que éstos constituyan una base comparativa específica para contrastar con los resultados de futuros esfuerzos de monitoreo en el área.

ACTIVIDADES REALIZADAS

1. Tareas de muestreo

Durante el año 2007 se llevaron a cabo 12 campañas de muestreo de acuerdo al siguiente cronograma.

Cronograma 2007

Muestreos	1	2*	3	4*	5	6*
Fechas	04-Ene	07-Feb	12-Mar	09-Mar	12-May	05-Jun
Muestreos	7	8*	9	10*	11	12*
Fechas	03-Jul	06-Ago	05-Sep	02-Oct	01-Nov	11-Dic

Seis campañas de muestreo generales fueron compartidas con los otros grupos de trabajo (química y microbiología) (*) y las seis restantes correspondieron al grupo de ecología planctónica, únicamente.

Se trabajó en las estaciones de muestreo previstas originalmente, ubicadas en el Canal Principal del estuario: Boya 24, Cloacas, Pto. Ing. White, Pto. Galván, Maldonado y Pto

Cuaterros. Se adicionó una nueva estación debido a su potencial importancia para el estudio, en el interior de Canal Galván, la cual se muestreó con frecuencia bimensual (campañas generales de febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre *).

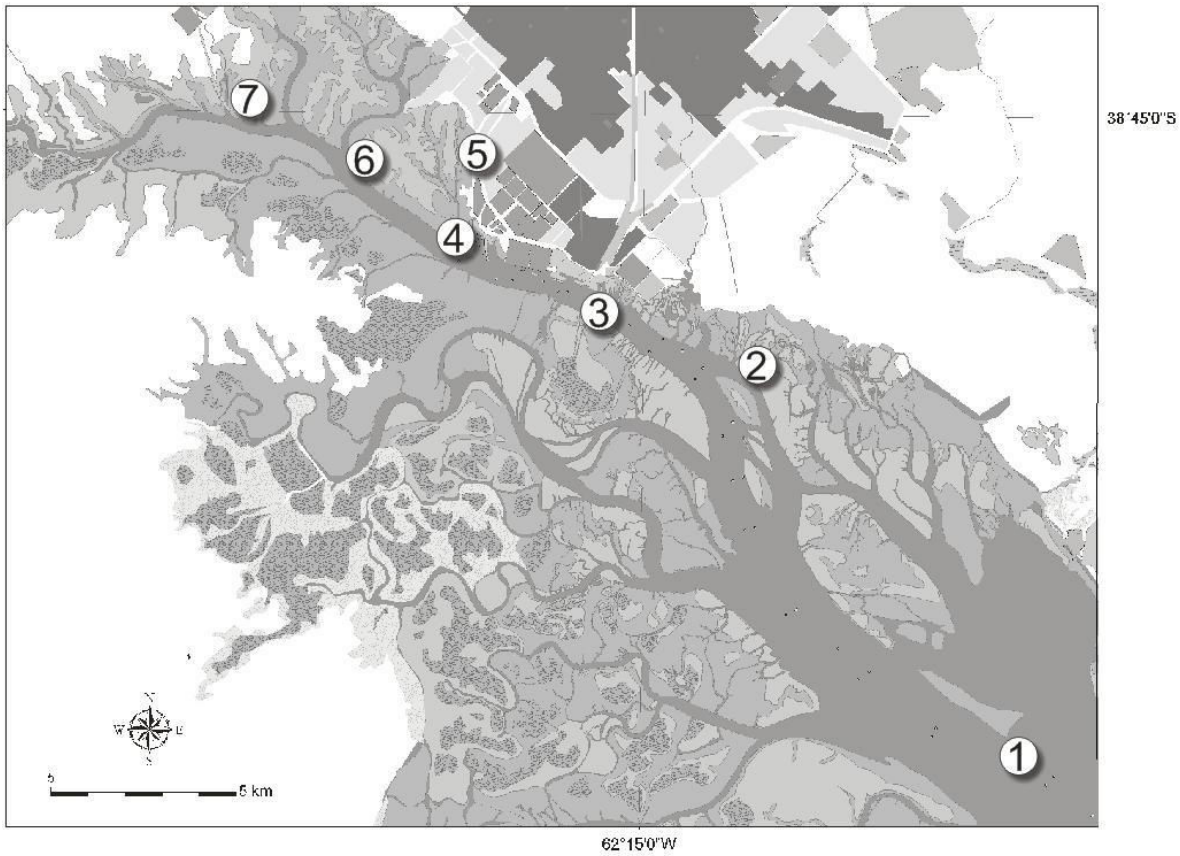


Figura 1. Mapa del área de estudio con la ubicación de las estaciones de muestreo. 1. Boya 24, 2. Cloacas, 3. White, 4. Galván, 5. Canal Galván, 6. Maldonado y 7. Cuaterros.

En cada uno de los puntos, se registraron las principales variables oceanográficas del estrato de agua sub- superficial: temperatura, salinidad, turbiedad, oxígeno disuelto, pH, conductividad con una sonda multisensor Horiba y se extrajo agua (36 muestras) para determinar clorofila-a, feopigmentos (compuestos de degradación de pigmentos fotosintéticos) y materia orgánica particulada (MOP), expresado como el carbono orgánico particulado de la fracción de partículas de tamaño mayor a 0,45 μm .

Además, en cada una de las estaciones de muestreo, se procedió a recolectar muestras de plancton de distintas fracciones de tamaño según Sieburth *et al.* (1978) con redes apropiadas u otro instrumental.

Las muestras fitoplanctónicas (20 – 200 μm) se obtuvieron desde los meses de enero a marzo de 2007, mediante arrastres verticales y horizontales (2 minutos a 2 nudos de velocidad) con red de 30 μm , así como también en superficie y en fondo mediante botella Van Dorn. En los meses subsiguientes, al comprobar que no existían diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de fondo y superficie debido a la

mezcla de la columna de agua, se optó por obtener sólo muestras subsuperficiales (0,5 y 1,5 m). La fijación de las mismas se hizo con solución de Lugol.

El microzooplancton correspondiente a la misma fracción de tamaño (20 – 200 µm), se recolectó mediante botella Van Dorn. Para la estimación de la densidad y la biomasa de los ciliados, las muestras fueron colocadas, en el momento de la recolección, en frascos de 250 cm³ con una solución de Lugol ácido, resultando una concentración final del 2 %. Este fijador ha sido considerado por varios autores, con respecto a otros comúnmente usados, como el mejor para ser utilizado sobre muestras tomadas a campo con el objeto de estimar la densidad y biomasa ya que se ha comprobado que produce una menor retracción y conserva por más tiempo un número más alto de células (Jerome et al., 1993; Leakey et al., 1994 a; Stoecker, 1994). Las muestras se trasladaron al laboratorio dentro de un recipiente aislante y en oscuridad y a temperatura ambiente hasta el momento en que se procedió a su análisis.

Para la obtención de muestras de mesozooplancton (200 µm – 2 mm) se realizaron arrastres de 5 minutos a una velocidad de 2 nudos, con dos redes de 200 µm de poro y 30 cm de boca.

Paralelamente, para el macrozooplancton (2 mm – 2cm), se realizaron arrastres de 7 minutos a la misma velocidad anteriormente citada, con una red Bongo (red doble) de 500 µm de poro y 40 cm de boca. La fijación de las muestras meso y macroplánctónicas se hizo utilizando formol en una concentración final del 4% del volumen de la muestra. Para estimar el volumen de agua filtrada, se adicionó a la red de 200 µm un flujómetro General Oceanics 2030 R. Se utilizaron a posteriori las siguientes fórmulas:

Distancia arrastre = (Nº de rev. /10) x 0,27
Volumen filtrado = D x área de la boca red

2. Actividades de laboratorio y análisis

a) Variables físicas y químicas

Los análisis de pigmentos y materia orgánica particulada de las 36 muestras mencionadas en 1., se realizaron en el laboratorio de Química Marina del IADO según las técnicas usualmente utilizadas en la materia (Clesceri, Greenberg & Eaton, 1998). Se dispuso también de los datos físico-químicos obtenidos por el grupo de Química Marina en el resto de las campañas para asociar a la información biótica.

b) Plancton

En 36 muestras se analizó la ocurrencia, abundancia y biomasa de los organismos de cada una de las siguientes fracciones planctónicas: fitoplancton, micro-, meso- y macrozooplancton. Para ello se procedió a hacer el estudio taxonómico de las muestras. A posteriori se efectuó el análisis ecológico a partir de los datos obtenidos de las variables bióticas, y de las variables físicas y químicas consideradas.

b. a) Fitoplancton

Las muestras cualitativas obtenidas con red de arrastre fueron observadas utilizando un microscopio óptico Zeiss provisto de contraste de fase e interferencia. Cuando fue necesario para lograr la determinación taxonómica de las especies presentes en la muestra, se utilizaron dos métodos para la preparación del material: para la identificación de dinoflagelados se utilizó azul de tripano 0.2 % a efectos de teñir las placas tecales (Taylor, 1978). Los frústulos de diatomeas fueron lavados y montados siguiendo el método de Hasle (1978).

Las muestras cuantitativas, obtenidas con botella Van Dorn fueron analizadas de la siguiente forma: 10 ml de cada muestra fueron colocados en un cilindro de decantación de 50 ml, completándose el volumen con agua destilada. Una vez diluidas, fueron sedimentadas durante 24 horas, y posteriormente se realizó la identificación y recuento de las microalgas presentes utilizando un microscopio invertido Utermöhl marca Zeiss con objetivos de 10, 25 y 40x (Hasle, 1978). Cuando la cantidad de sedimento impidió utilizar este método, los conteos se efectuaron en una cámara Sedgewick-Rafter (1 ml) (Thronsen, 1995). El mismo método se empleó con las muestras de fondo.

Para la determinación del biovolumen de las microalgas presentes, se tomaron sus medidas utilizando un ocular micrométrico y un objetivo de 40 x. El cálculo del biovolumen se realizó asemejando el volumen de la microalga al de un cuerpo geométrico simple. Para la conversión del biovolumen individual a carbono orgánico se utilizaron las ecuaciones propuestas por Eppley *et. al.* (1970):

$$\log_{10} C = 0.76 (\log_{10} V) - 0.352 \quad (\text{para las diatomeas})$$
$$\log_{10} C = 0.94 (\log_{10} V) - 0.60 \quad (\text{para el resto del fitoplancton})$$

b. b) Microzooplancton

Submuestras previamente homogeneizadas de 50 ml fueron colocadas en cilindros de decantación por 24 horas (tiempo mínimo para la total sedimentación de las células). Las observaciones se realizaron con un microscopio Leica. Se contaron todos los ciliados presentes en la cámara y los resultados se expresaron como número de individuos por litro ($N^{\circ} \text{ ind l}^{-1}$). Las determinaciones taxonómicas de los tintínidos se hicieron de acuerdo a Kofoid y Campbell (1929). Los recuentos se realizaron bajo microscopio invertido en cámaras combinadas con cilindros previa sedimentación de la muestra durante 24 h siguiendo el método de Utermöhl según Hasle (1978).

El volumen celular se calculó asimilando la forma de los ciliados a figuras geométricas simples o a una combinación de las mismas. Se calculó el volumen medio de las diferentes especies y para hallar el biovolumen total de cada especie en cada fecha de muestreo se multiplicó el volumen medio de la especie por el número de individuos presentes en la muestra.

El contenido de carbono se calculó en todos los casos utilizando como factor de conversión $0,19 \text{ pg C } \mu\text{m}^{-3}$, propuesto por Putt y Stoecker (1989) para los ciliados marinos aloricados de estuarios y aguas costeras tanto heterótrofos como mixótrofos

fijados con Lugol. Los valores se expresaron como $\mu\text{g C l}^{-1}$ (microgramos de carbono por 1 litro de agua).

b. c) Mesozooplancton y macrozooplancton

En el laboratorio, las muestras de mesozooplancton fueron filtradas por una malla de 1.2 mm para retener el grueso del macrozooplancton. Previamente al análisis cuali-cuantitativo, las muestras fueron lavadas con agua dulce para quitar el exceso de formol, reteniéndolas en un embudo cónico de 200 μm . Luego fueron rehidratadas para su posterior observación microscópica.

Para el análisis cualitativo se utilizó lupa binocular Wild M5 y microscopio C ZEISS Standard, realizando la identificación y determinación taxonómica mediante la ayuda de literatura específica, arribando al menor nivel taxonómico posible (Pallares, 1968; Lang, 1975; Boltovskoy, 1981; Reid, 1985; Boltovskoy, 1999; Hoffmeyer, 1983; Björnberg *et al.*, 1981; Hoffmeyer *et al.*, 2000; Young, 2002). El análisis cuantitativo se realizó mediante recuento total de la muestra en cámara tipo Bogorov bajo lupa binocular Wild M5. En muestras muy abundantes, se llevó a un volumen conocido (500 ml) y luego de homogeneizarla se extrajeron 10 alícuotas de 5 ml, enumerando los organismos del 10 % de la muestra total. El número de individuos por metro cúbico se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ de ind m}^{-3} = \text{N}^\circ \text{ ind. en el volumen del total de alícuotas utilizadas} \times \text{volumen (500 ml)} / \text{volumen de la alícuotas (50 ml)} \times \text{volumen total filtrado por la red}$$

Para obtener los valores de biomasa por peso húmedo (p h) se utilizó malla de nylon de 30 μm de poro y 47 mm de diámetro con la finalidad de retener los organismos del meso- ó del macrozooplancton (Boltovskoy, 1981). Los filtros se humedecieron y sometieron a filtración con vacío y luego fueron pesados en una caja de Petri de peso conocido. Para el filtrado se usó un equipo conectado a una bomba de vacío Millipore a una presión de 20-25 cm de Hg y la duración dependió de la abundancia de material en las muestras (entre 30 segundos y 1 minuto). Luego, la muestra fue pesada con balanza analítica. Al peso obtenido, se le restó el de la caja de Petri y el del filtro humedecido, obteniéndose el peso húmedo de cada muestra. Con los datos del volumen de agua filtrada en cada estación se obtuvieron los valores de peso húmedo en mg m^{-3} (miligramos por metro cúbico).

A posteriori, se estimó el contenido de carbono a partir del factor de conversión de 0,12 mg C mg p h^{-1} (Cushing *et al.*, 1958) para zooplancton marino y se expresó en mg C m^{-3} (equivalente a $\mu\text{g C l}^{-1}$).

b. d) Análisis de los datos

Los datos de pigmentos y materia orgánica particulada obtenidos por mes y estaciones de muestreo se promediaron, y calculó su desviación estándar y rango.

Para cada fracción planctónica, los datos brutos de número de taxones presentes, abundancia por taxones y biomasa (individual por taxones en el caso del fitoplancton y microzooplancton y total por muestra, en el caso del meso y macrozooplancton) fueron llevados al valor total por estación y por fecha de muestreo. Ambos tipos de datos fueron promediados calculando su desviación estándar y rango (valores mínimo y máximo) por fecha de muestreo.

En función del número de taxones presentes (S) y de la abundancia de cada uno de ellos y total (N), se calcularon distintos índices ecológicos para cada asociación biótica o fracción del plancton en estudio: fitoplancton, micro, meso y macrozooplancton. La finalidad de este procedimiento fue evaluar la estructura de cada fracción planctónica en la actualidad.

Los índices ecológicos calculados fueron: el índice simple de diversidad de Margalef (d), el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (log e), el índice de equitatividad de Pielou (J') y el índice de dominancia de Simpson (1949) (Pielou, 1975). Para ello se utilizó el programa PRIMER E V.5 (Plymouth Marine Laboratory, U.K).

El índice de Margalef (d) es una relación entre el número de taxones o especies presentes y el número de individuos o abundancia total.

$$d = (S-1) / \log N$$

El índice de equitatividad (J') mide el grado de parecido que existe entre las abundancias de los diferentes taxones.

$$J' = H' (\text{observado}) / H' \text{ max.}$$

El índice de Shannon- Wiener (H') es un índice de diversidad complejo, derivado de la teoría de la información y que mide el número de taxones en relación a la abundancia total y a todas las abundancias particulares de los distintos taxones. Por este motivo es el más ampliamente usado en estudios ecológicos, ambientales y donde se desean estimar los efectos de algún foco de contaminación, sobre la biodiversidad natural.

$$H' = - \sum_i p_i (\log p_i)$$

El índice de dominancia ó concentración de Simpson (1949) (Lambda, λ), mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar correspondan al mismo taxon.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Este índice trabaja en forma inversa a los tres restantes. Es decir, cuando hay alta dominancia en general existe alta equitatividad y baja diversidad. En las épocas con dominancia de sólo una o pocas especies ó taxones, la diversidad es mayor que en épocas con escasa o falta de dominancia y por ende, de alta equitatividad.

De los datos de los distintos índices de diversidad y relacionados se obtuvieron sus valores medios, desviación estándar y rango por estación y fecha de muestreo.

3. Resultados

3.1. VARIABLES FISICAS Y QUIMICAS

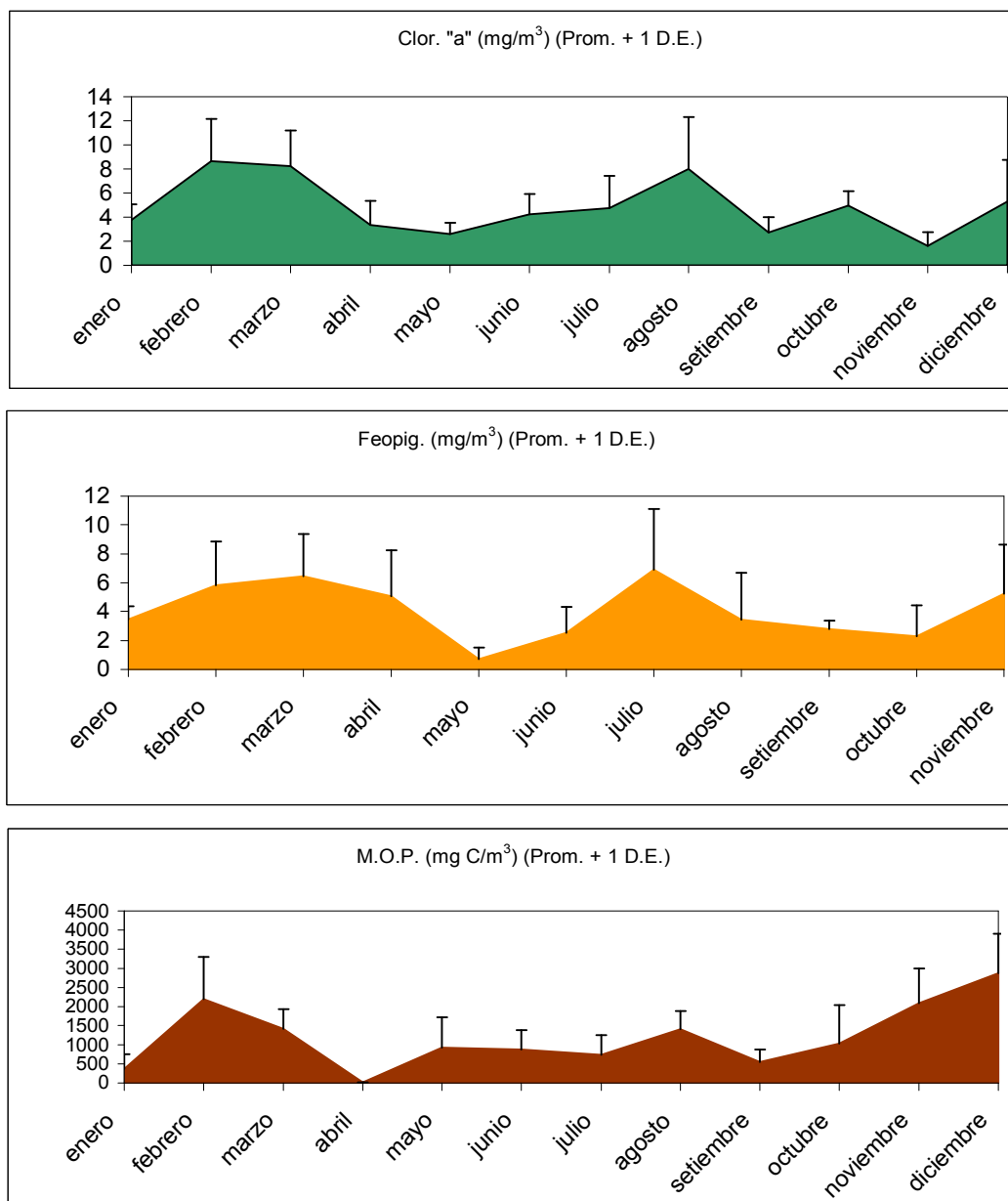


Figura 2. Valores medios mensuales de la clorofila-a, feopigmentos y materia orgánica particulada (MOP) para el área de estudio y ciclo anual 2007

Los datos brutos de las variables ambientales físicas y químicas: temperatura, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, turbiedad y pH, se muestran en la Tabla I del Apéndice (pag. 31). En general parecen seguir un patrón de variabilidad espacial y estacional similar al registrado en este sector del estuario en los últimos años.

Los valores hallados de clorofila-a, feopigmentos y materia orgánica particulada (MOP) que se observan en la Tabla II (Apend. pag. 33) parecen mostrar asimismo, congruencia

con el registro de los últimos años. Sin embargo, el pico de clorofila de verano es más alto (Figura 1) que el que se registraba hace más de una década (IADO, 1996), y se observada históricamente. El mencionado pico de clorofila-a se explica a partir de los recuentos de fitoplancton que denotan una alta densidad de microalgas en esos meses (3.2. y Tabla III del Apéndice, pag. 35).

3.2. FITOPLANCTON

La clasificación taxonómica de todas las formas observadas se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. FITOPLANCTON - Composición taxonómica

División Chromophyta	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
Clase Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros diadema</i>
Orden Biddulphiales	<i>Chaetocero didymus</i>
-Suborden Coscinodiscineae	<i>Chaetoceros socialis</i>
Familia Thalassiosiraceae	Familia Hemiaulaceae
<i>Cyclotella sp.</i>	<i>Eucampia sp.</i>
<i>Detonula sp.</i>	Familia Lithodesmiaceae
<i>Porosira stelliger</i>	<i>Dytilum brightwellii</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Lithodesmium undulatum</i>
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	Familia Eupodiscaceae
<i>Thalassiosira curviseriata</i>	<i>Odonthella sp</i>
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	Orden Bacillariales
<i>Thalassiosira hendeyi</i>	- Suborden Fragilariineae
<i>Thalassiosira hibernalis</i>	Familia Fragilariaceae
<i>Thalassiosira minima</i>	<i>Asterionellopsis glacialis</i>
<i>Thalassiosira pacifica</i>	<i>Fragilaria construens</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Lycmophora gracilis</i>
Familia Melosiraceae	Familia Raphoneidaceae
<i>Melosira sp.</i>	<i>Cocconeis sp.</i>
<i>Paralia sulcata</i>	Familia Thalassionemataceae
Familia Coscinodiscaceae	<i>Thalassionema nitzschoides</i>
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	- Suborden Bacillariineae
<i>Coscinodiscus sp.</i>	Familia Naviculaceae
Familia Leptocylindraceae	<i>Meuniera membranacea</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Navicula transitens</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Navicula sp.</i>
Familia Heliopeltaceae	<i>Gyrosigma attenuatum</i>
Actinoptychus senarius	<i>Gyrosigma sp.</i>
- Suborden Rhizosoleniineae	<i>Amphiprora alata</i>
Familia Rhizosoleniaceae	Familia Bacillariaceae
<i>Rhizosolenia setigera</i>	<i>Cylindrotheca closterium</i>
<i>Rhizosolenia sp.</i>	<i>Nitzschia sp.</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	Clase Dinophyceae
- Suborden Biddulphiineae	Orden Prorocentrales
Familia Chaetocerotaceae	Familia Prorocentraceae
<i>Chaetoceros affinis</i>	<i>Prorocentrum micans</i>
<i>Chaetoceros compresus</i>	Orden Peridinales

Familia Calciodinellaceae
Scrippsiella trochoidea
Familia Peridiniaceae
Peridinium spp.
Familia Protoperidinaceae
Protoperidinium sp.1
Protoperidinium sp.2
Clase Dictyochophyceae
Orden Dictyochales

Dictyocha speculum
División Chlorophyta
Clase Euglenophyceae
Orden Euglenales
Clase Prasinophyceae
Orden Chlorodendraceae
Familia Halosphaeraceae
Pyramimonas sp.

Estudio de las muestras:

Enero 07

Se observaron marcadas diferencias entre las estaciones internas y externas. Las estaciones Cuatreros y Maldonado presentaron altas densidades de dinoflagelados (*Peridinium* sp) y cianofíceas. Entre las diatomeas, predominaron las céntricas formadoras de cadena como *Guinardia delicatula*, *Leptocylindrus danicus* y *Thalassiosira pacifica* en la estación Maldonado. La mayor biomasa correspondió a *Peridinium* spp. en la estación Cuatreros, y a *Thalassiosira pacifica* en la estación Maldonado.

En las estaciones más externas dominaron las diatomeas formadoras de cadena: *Melosira* spp. en las estaciones White, Cloacas y Boya 24 y *Paralia sulcata*. En la estación Boya 24, se observaron altas abundancias de la diatomea marina *Detonula pumilla*, constituyendo el mayor aporte a la biomasa total. A pesar de encontrarse en bajo número, la diatomea *Thalassiosira hendeyii* representó la más alta biomasa en las estaciones White y Cloacas.

Las diatomeas pennadas estuvieron representadas por *Gyrosigma attenuatum* en escasa cantidad en las estaciones más internas, y la forma adventicia *Navicula* spp. en Boya 24.

La mayor abundancia correspondió a la estación Boya 24, en tanto que en las demás estaciones la abundancia total se ubicó entre 63.000 y 83.000 células l⁻¹. El mayor valor de biomasa se encontró en Boya 24 (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

Febrero 07

Se observó un incremento en las abundancias totales en todas las estaciones. Las diatomeas céntricas dominaron totalmente el ambiente, predominando las especies formadoras de cadenas. Dentro del género *Thalassiosira* se observó un notable incremento tanto en la abundancia como en la diversidad. La mayor abundancia correspondió a la especie *Detonula pumilla* en la estación Cuatreros, y a *Paralia sulcata* en las estaciones Maldonado, Galván, White y Cloacas, respectivamente. En las estaciones más externas, White y Cloacas, *Thalassionema nitzschioides* alcanzó densidades de 111.300 y 52.752 células l⁻¹, respectivamente. La mayor biomasa correspondió a la especie *Detonula pumilla* en la estación Cuatreros. Otras diatomeas con alta biomasa fueron *Paralia sulcata* en las estaciones Maldonado, Galván, White y Cloacas, respectivamente, y *Thalassiosira hendeyii*.

La mayor abundancia de fitoplancton correspondió a la estación Cuatreros, seguida por la estación Cloacas. La mayor biomasa se registró en la estación Cuatreros (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

Marzo 07

Se observó un patrón compatible con una floración otoñal de diatomeas. Las especies dominantes fueron *Paralia sulcata* en las estaciones Cuatrerros, Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24, respectivamente, *Thalassiosira minima* en las primeras cinco estaciones, y *Thalassiosira pacifica*. Otra especie abundante perteneciente al género *Thalassiosira* fue *T. rotula*. También se encontraron altas densidades de *Chaetoceros* spp. y *Cyclotella* sp. en las estaciones Cuatrerros y Galván, respectivamente.

Entre las pennadas, se registraron altas densidades de *Gyrosigma attenuatum* en la estación Cuatrerros, y *Fragilaria construens* en la estación Maldonado. En las estaciones más externas (Boya 24 y Cloacas) se registraron 34.980 y 25.440 células l⁻¹, respectivamente, de *Asterionellopsis glacialis*. La influencia de las aguas de plataforma disminuye en las estaciones más internas, lo que se refleja en la abundancia de esta diatomea en las estaciones White y Galván, no detectable en Maldonado y Cuatrerros. Similar comportamiento se observó en la diatomea céntrica *Skeletonema costatum* (44.520, 12.720 y 7.536 células l⁻¹ en las estaciones Boya 24, Cloacas y White, respectivamente, no detectable en las demás estaciones).

La mayor biomasa correspondió a *Paralia sulfata* en la estación Cuatrerros, *Thalassiosira hendeyii* en Maldonado, *Thalassiosira pacifica* en las estaciones Galván, White y Cloacas, y a las diatomeas *P. sulcata*, *T. pacifica* y *T. rotula* en la estación Boya 24.

La mayor abundancia y biomasa total se registró en la estación Cuatrerros (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

Abril 07

Se observó un predominio de diatomeas céntricas, si bien algunas especies pennadas estuvieron presentes en altas densidades.

En la estación Cuatrerros, las especies céntricas más abundantes fueron *Melosira* sp. y *Paralia sulcata* y la diatomea pennada *Cylindrotheca closterium*, en tanto que las mayores biomásas correspondieron a *P. sulcata* y a la diatomea pennada *Gyrosigma attenuatum*. En la estación Maldonado la diatomea dominante fue *Thalassionema nitzschoides*, pennada. Las mayores biomásas correspondieron a diatomeas céntricas: *Thalassiosira pacifica*, *Guinardia delicatula* y *P. sulfata*. La estación Galván presentó la mayor abundancia de la diatomea céntrica *Leptocylindrus danicus* seguida por *P. sulcata* y *Melosira* sp. Las mayores contribuciones a la biomasa total correspondieron a *P. sulcata*, *L. danicus* y *Coscinodiscus* sp., como consecuencia de su gran tamaño. En las estaciones White y Cloacas la especie dominante fue *T. nitzschoides*, seguida por *P. sulcata* y *Melosira* sp. en la estación White, y por *Skeletonema costatum* en la estación Cloacas. Las mayores biomásas en la estación White correspondieron a las diatomeas *P. sulcata* y *G. delicatula*, y en la estación Cloacas a *Porosira stelliger* y *P. sulcata*. La estación Boya 24 estuvo dominada por *P. sulcata*, tanto en abundancia como en biomasa.

Los mayores valores de abundancia de fitoplancton se encontraron en la estación Galván y la mayor biomasa total correspondió a la estación Boya 24 (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

Mayo 07

En todas las estaciones se observó un predominio de diatomeas céntricas, principalmente especies formadoras de cadena. Las especies más abundantes fueron *Paralia sulcata* (en Cuatrerros, Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24) y *Melosira* sp. (en Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24). En la estación

Maldonado se observó también una alta densidad de las diatomeas *Guinardia delicatula* y *Skeletonema costatum*.

Las mayores biomásas correspondieron a *P. sulcata* en las estaciones Cuatreros, Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24, y a distintas especies del género *Thalassiosira*: *T. hendeyi* en la estación Maldonado, *T. rotula* en las estaciones Galván, White, Cloacas y Boya 24, *T. eccentrica* en la estación White y *T. hibernalis* en la estación Cloacas.

Los valores máximos tanto de abundancia como de biomasa de fitoplancton correspondieron a la estación White (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

Junio 07

Se observó una dominancia de diatomeas céntricas formadoras de cadena en todas las estaciones: *Guinardia delicatula* en las estaciones Cuatreros, Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24, *Melosira* sp. y *Paralia sulcata*. Se observaron altas densidades de distintas especies del género *Thalassiosira*: en las estaciones Cuatreros, Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24, *T. hibernalis*, *T. minima* y *T. rotula*, y en las estaciones Cuatreros, Maldonado, Cloacas y Boya 24 *T. pacifica*.

Los mayores aportes a la biomasa total correspondieron a *G. delicatula* y *T. rotula* en las estaciones Cuatreros, Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24, junto con *T. hibernalis* y *T. pacifica* en la estación Cuatreros. La mayor abundancia y biomasa correspondió a la estación Cuatreros (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

Julio 07

Se observaron marcadas diferencias entre las estaciones internas y externas. En las estaciones Cuatreros, Maldonado, Galván y White dominaron las especies de los géneros *Chaetoceros*: *C. curvisetus*, *C. diadema* y *C. socialis* y *Thalassiosira*: *T. rotula*, *T. pacifica* y *T. hibernalis*, respectivamente, y *T. minima* en las estaciones Cuatreros y Maldonado. En biomasa, las especies dominantes fueron *C. curvisetus* y *T. rotula* en las estaciones Cuatreros, Maldonado, Galván y White, respectivamente. En la estación Cloacas las mayores abundancias correspondieron a *C. socialis* y *Melosira* sp., y las mayores biomásas a *C. socialis* y *Cyclotella* sp. En la estación Boya 24 la especie más abundante fue *Paralia sulcata*. Las mayores biomásas correspondieron a las especies *T. hendeyi* y *P. sulfata*.

La mayor abundancia y biomasa total correspondió a la estación Cuatreros ($1.014.420$ células l^{-1} y $115,8 \cdot 10^{-6}$ $\mu g C l^{-1}$), disminuyendo estos valores hacia la boca del estuario.

Agosto 07

En todas las estaciones persistió la dominancia de especies de los géneros *Chaetoceros* y *Thalassiosira*, tanto en abundancia como en biomasa.

Chaetoceros curvisetus alcanzó altas densidades en las estaciones Cuatreros, Maldonado, Galván, White y Boya 24. En las estaciones Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24 se observó *C. affinis*, alcanzando una biomasa de $13,2 \cdot 10^{-6}$ $\mu g C l^{-1}$ en la estación Galván.

Dentro del género *Thalassiosira*, la especies más abundantes fueron *T. pacifica* en las estaciones Cuatreros, Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24, *T. rotula* en las estaciones Cloacas y Boya 24, *T. eccentrica* en las estaciones White y Cloacas, y *T. hibernalis* en la estación Cloacas. Dentro de este género, las más altas biomásas correspondieron a *T. rotula* en las estaciones Cloacas y Boya 24, *T. eccentrica* en las estaciones White y Cloacas, y *T. pacifica* en las estaciones Galván y White. En la estación Boya 24 se observó una alta densidad de la diatomea pennada *Fragilaria*

construens. Se encontraron quistes de dinoflagelados en las estaciones Cuatrerros, Galván, White y Boya 24.

La mayor abundancia de fitoplancton correspondió a la estación Maldonado (849.056 células l⁻¹). La mayor biomasa se registró en la estación Cloacas (110,7 · 10⁻⁶ µg C l⁻¹).

Septiembre 07

Se observó una notable disminución tanto en abundancia como en biomasa con respecto a los meses anteriores, con gran cantidad de frústulos vacíos presentes en las muestras.

Persiste el predominio de especies céntricas: *Thalassiosira minima* y *T. pacifica* en las estaciones Cuatrerros, Maldonado, Galván y White, respectivamente, *Melosira* sp. en las estaciones Maldonado, Galván y Boya 24, *Paralia sulcata* en la estación White, *Skeletonema costatum* en la estación Boya 24 y *Ditylum brightwellii* en las estaciones Cloacas y Boya 24. Entre las especies pennadas, la más abundante fue *Asterionellopsis glacialis* en la estación Boya 24.

La mayor biomasa correspondió a *D. brightwellii* en las estaciones Cloacas y Boya 24. En las estaciones Cuatrerros, Maldonado, Galván y White la mayor biomasa correspondió a *T. pacifica*.

La mayor abundancia total se registró en la estación White (382.395 células l⁻¹), seguida por la estación Boya 24 (339.200 células l⁻¹). La más alta biomasa total se registró en la estación Boya 24 (81,75 · 10⁻⁶ µg C l⁻¹) (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

Octubre 07

Se observó un predominio de diatomeas céntricas en todas las estaciones.

En Cuatrerros, Maldonado y Galván las especies dominantes fueron *Thalassiosira minima*, y *T. pacifica*, siendo esta última dominante también en biomasa en ambas últimas estaciones.

En las estaciones Galván, White, Cloacas y Boya 24 las mayores densidades correspondieron a *Melosira* spp., característica de ambientes marinos. Las mayores contribuciones a la biomasa total en las estaciones Galván y Boya 24 correspondieron a la especie *Paralia sulfata*, en tanto que en las estaciones White y Cloacas la diatomea céntrica *Ditylum brightwellii* alcanzó la mayor biomasa. Las diatomeas pennadas se hallaron en baja densidad, alcanzando mayores abundancias en la estación Boya 24. En las estaciones White y Cloacas, la especie más abundante fue *Navicula transitens*. En la estación Boya 24 *Fragillaria construens* y *Gyrosigma attenuatum* fue la especie pennada más abundante en la estación Maldonado.

Los dinoflagelados se encontraron presentes en baja densidad. En las estaciones White y Boya 24 se encontraron individuos del género *Protoperidinium*, y del género *Peridinium* en la estación Cuatrerros.

Los mayores valores de abundancia (42.029 células l⁻¹) correspondieron a la estación Boya 24, en tanto que la mayor biomasa total se encontró en la estación Maldonado.

Noviembre 07

En todas las estaciones se observó un predominio de diatomeas céntricas, principalmente especies formadoras de cadena. Las especies más abundantes fueron *Paralia sulcata* en Cuatrerros, Maldonado, Galván, White y Cloacas, y *Melosira* spp. en todas las estaciones.

Los mayores valores de biomasa correspondieron a *Paralia sulcata* en las estaciones Cuatrerros, Maldonado, Galván, White y Cloacas. A pesar de su baja abundancia, algunas formas de gran tamaño realizaron un importante aporte a la biomasa total:

Dytilum brightwellii y *Coscinodiscus* sp. en la estación Cloacas, y *Thalassiosira eccentrica* en la estación White.

Se encontraron bajas densidades de dinoflagelados en las estaciones Cuatrerros, Maldonado, Galván y Cloacas. Formas del género *Peridinium* fueron las más abundantes en las estaciones Galván y Cloacas.

Los valores máximos de abundancia de fitoplancton (337.610 células l⁻¹), al igual que los de biomasa total (39 .10⁻⁶ µg C l⁻¹) correspondieron a la estación Cloacas (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

Diciembre 07

Se observó una dominancia de diatomeas formadoras de cadena características de ambientes marinos: *Paralia sulcata* en las estaciones Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24 y *Melosira* spp en las estaciones Maldonado, Galván, White, Cloacas y Boya 24. En la estación Cuatrerros se encontraron muy bajas densidades en relación con las demás estaciones.

Entre las diatomeas pennadas, la mayor abundancia correspondió a *Gyrosigma attenuatum*. Los valores de biomasa más elevados correspondieron a la diatomea *Paralia sulcata* en las estaciones Maldonado, White, Cloacas y Boya 24, *Gyrosigma attenuatum* en la estación Maldonado, *Melosira* sp. en la estación Galván y *Dytilum brightwellii* en la estación Cuatrerros. Entre los dinoflagelados, la mayor abundancia correspondió a *Scrippsiella trochoidea* en la estación Boya 24.

La mayor abundancia total correspondió a la estación Boya 24 (446.790 células l⁻¹) y la mayor biomasa a la estación White (34 .10⁻⁶ µg C l⁻¹) (Tabla III del Apéndice, pag. 35).

3.3. MICROZOOPLANCTON

La clasificación taxonómica de todas las formas observadas en esta asociación se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. MICROZOOPLANCTON - Composición taxonómica

PHYLUM CILIOPHORA

SUBPHYLUM

INTRAMACRONUCLEATA

CLASE SPIROTRICHEA

Subclase Choreotrichia

Orden Choreotrichida

Suborden Strombidinopsina

Familia Strombidinopsidae

Género Strombidinopsis

Suborden Strobiliidiina

Familia Strobiliidae

Género Strobilidium

Suborden Lohmanniiliina

Familia Lohmanniellidae

Género Lohmanniella

Subclase Oligotrichia

Orden Strombidiida

Familia Strombididae

Género *Strombidium*

Género Cyrtostrombidium

CLASE LITOSTOMATEA

Subclase Haptoria

Orden Haptorida

Familia Didiniidae

Género Cyclotrichium

Orden Tintinnida

Tintinnidium balechi

T. sp. aff. semiciliatum

Tintinnopsis baltica

T. beroidea

T. brasiliensis

T. glans

T. gracilis

T. levigata

T. parva

T. sp.

Codonellopsis lusitanica

PHYLUM SARCODINA

Foraminifera **aff. Globorotalia**

PHYLUM ROTATORIA

Synchaeta sp.

PHYLUM CRUSTACEA

Larvas nauplii

PHYLUM MOLLUSCA

Bivalvia

Larva

Gastropoda

Larva

PHYLUM POLYCHAETA

Larva

Estudio de las muestras:

Enero 07

Se observó dominancia del grupo de los ciliados lorizados (tintínidos) sobre los desnudos en todas las estaciones con excepción de la est. Maldonado. Dentro de ellos, las especies dominantes en orden decreciente de importancia fueron *Tintinnidium balechi*, *Codonellopsis lusitanica* y *Tintinnopsis brasiliensis*. El único ciliado alorizado que se presentó con una abundancia alta (1.600 ind l⁻¹) fue *Strombidium sp1* en Galván. Tanto la abundancia total como el número de taxones presentes disminuyeron hacia las estaciones externas (Tabla V del Apéndice, pag. 41), con la excepción de la est. Cloacas donde se registraron 13 taxones. En la Tabla VI (Apend.) se pueden observar los valores de diversidad, equitatividad y dominancia.

Febrero 07

Se observó un patrón similar al mes anterior con los tintínidos dominando en general en todas las estaciones. La abundancia general de *Tintinnidium balechi* fue menor, aunque se observó un marcado incremento del mismo y un valor muy alto de *Cyrtostrombidium sp.*, dentro de los ciliados desnudos, en la est. Cloacas. El número de taxones observado fue variable a lo largo de las estaciones y los valores de abundancia total fueron parejos (Tabla V).

Marzo 07

Se observó dominancia de tintínidos sobre las demás formas con valores más altos en White y Cloacas de *T. balechi* (2000 ind. l⁻¹). Los ciliados desnudos fueron escasos en general. El número de taxones fue variable y las abundancias totales aumentaron en la zona entre est. Cloacas y est. Galván (Tabla V).

Abril 07

Los tintínidos siguieron dominando por sobre los ciliados desnudos en general. En la est. Cloacas y en White se observó un pico de abundancia de *T. balechi* y altos valores de *Cyrtostrombidium sp.*, dentro de los desnudos. El número de taxones fue variable pero los valores totales de abundancia y biomasa ocurrieron en las ests. White y Cloacas (Tabla V).

Mayo 07

Los ciliados desnudos mostraron valores bajos y los tintínidos siguieron dominando aunque con menores abundancias que en los meses precedentes. El número de taxones observado fue variable. La mayor abundancia y biomasa total se registró en la est. White (Tabla V).

Junio 07

En este mes se observó un patrón inverso al registrado con anterioridad, dominando en general, los ciliados desnudos sobre los tintínidos. En Cloacas se registró un alto valor de *Strombidinopsis elongata*. El número de taxones fue bastante parejo entre

estaciones y la abundancia total fue similar aunque con un máximo en la est. Cloacas (Tabla V).

Julio 07

Nuevamente en esta fecha los ciliados desnudos tuvieron mayor importancia numérica que los tintínidos con altos valores de *S. elongata* y *S. sp 4* en la zona interna, especialmente desde Galván a Cuatros y en la est. Cloacas. El número de taxones coincidió en la est. Maldonado con el valor mayor de abundancia total observado (Tabla V).

Agosto 07

En este mes los ciliados desnudos se registraron con valores bajos y los tintínidos también, aunque manifestando una dominancia sobre los primeros. *T. balechi* y *T. brasiliensis* fueron dominantes junto a los desnudos *Strombidium sp 2* y *S. elongata* y luego el rotífero *Sinchaeta sp.* El número de taxones y la abundancia total fueron variables. En Boya 24 se observó el menor número de taxones y el mayor valor de abundancia total con alrededor de 3500 ind l⁻¹(Tabla V).

Septiembre 07

Se observó una baja representación de ciliados desnudos, predominando los tintínidos con las mayores abundancias en la est. Cuatros, Cloacas y Boya 24. El número de taxones aumentó hacia la est. White y las abundancias totales observadas fueron intermedias (Tabla V).

Octubre 07

En este mes se repite el patrón del mes anterior bajando aún más los valores de abundancia. Los ciliados aloricados son muy escasos y se presenta un mayor número de tintínidos, dominando *Tintinnopsis brasiliensis* (Tabla 8). El número de taxones fue variable entre estaciones de muestreo, los máximos se presentaron en White y en Maldonado. Las abundancias totales fueron muy parejas entre estaciones y con valores intermedios a bajos (Tabla V).

Noviembre 07

Se observó un patrón de bajas abundancias y escasa representatividad de ciliados desnudos. Los tintínidos estuvieron mejor representados. El número de taxones fue variable con un máximo en White. Las abundancias totales fueron bajas con un pico en la est. White (Tabla V).

Diciembre 07

En este mes, se observó nuevamente el mismo patrón registrado en noviembre, con una mayor representatividad de tintínidos que de ciliados desnudos. Las abundancias de ambos grupos fueron bajas. El número de taxones fue variable registrándose el máximo en Cloacas (Tabla V).

3.4. MESO- Y MACROZOOPLANCTON

La composición taxonómica del meso y macrozooplancton se presentan en la Tabla 5.

Estudio de las muestras:

Enero 07

En el mesozooplancton y dentro del holoplancton (organismos que pasan todo su ciclo de vida en forma planctónica), se observó una dominancia importante del copépodo *Acartia tonsa* incrementando su abundancia hacia las estaciones internas. Secundariamente, con abundancias menores por un orden de magnitud, fue registrado *Paracalanus parvus*. Dentro del meroplancton (formas temporarias en el plancton) fueron abundantes las larvas de *Chasmagnathus granulata* (la especie que forma los extensos cangrejales en llanuras de marea del estuario) y secundariamente larvas de otros cangrejos y de invertebrados bentónicos. El número de taxones y los valores de abundancia total aumentaron hacia la est. Cuatrerros (Tabla VII del Apéndice, pag. 47). En la Tabla VIII (Apend.) se pueden observar valores de diversidad, dominancia y equitatividad de esta fracción. Los valores de H' fueron bajos y disminuyeron hacia la est. Cuatrerros.

En el macrozooplancton se observaron especialmente, larvas y huevos del pez *Brevoortia aurea* (saraca) con un máximo en la est. Cuatrerros y *Arthromysis magellanica* (misidáceo) con un máximo en la est. Cloacas. El número de taxones presentes, y la abundancia y biomasa total aumentaron hacia la est. Cuatrerros (Tabla IX, pag. 53). En la Tabla X se observan los valores de diversidad y parámetros relacionados.

Febrero 07

En el mesozooplancton, este mes se observó un patrón similar al anterior, con una dominancia muy alta del copépodo *A. tonsa* con abundancias mayores hacia la cabecera del estuario. Secundariamente volvió a presentarse *P. parvus* y el copépodo harpacticoideo *E. acutifrons*, ambos con abundancias mucho más bajas que el primero. En el meroplancton se observaron larvas del cangrejo *C. granulata* y secundariamente del cangrejo *Cyrtograpsus altimanus*. El número de taxones y los valores de abundancia y biomasa total del mesozooplancton incrementaron hacia la est. Cuatrerros (Tabla VII). En la Tabla VIII se pueden observar valores de diversidad, dominancia y equitatividad de esta fracción. Los valores de H' son muy bajos en todas las estaciones.

En el macrozooplancton dominaron las larvas avanzadas del cangrejo *C. altimanus*, el copépodo *Labidocera fluviatilis* y en menor medida otras larvas de decápodos y de invertebrados bentónicos. De igual manera que en el mes anterior, el número de taxones presentes, y la abundancia y biomasa total aumentaron hacia la est. Cuatrerros (Tabla IX, pag. 53). En la Tabla X se observan los valores de diversidad y parámetros relacionados.

Marzo 07

En esta fecha del mes de marzo se observó una merma sustancial en la abundancia general de todos los taxones observados en el mesozooplancton. Sin embargo, siguió dominando el copépodo *A. tonsa* y secundariamente se presentaron larvas de *C. granulata*. El número de taxones fue variable y la máxima abundancia registrada en la est. Maldonado fue de alrededor de 700 ind m⁻³ (Tabla VII). Los valores de H' resultaron bajos en todas las estaciones.

En el macrozooplancton estuvieron mejor representados los mysidáceos y las larvas de *C. altimanus*, aunque en todos los casos con valores de abundancia muy bajos. El

número de taxones y la abundancia total incrementaron hacia las estaciones internas (Tabla IX). En la Tabla X se observan los valores de diversidad y parámetros relacionados.

Abril 07

En el mesozooplancton *A. tonsa* nuevamente, presentó una alta dominancia. Otros copépodos presentes fueron *L. fluviatilis* y *E. acutifrons*. En el meroplancton dominaron las larvas de *C. granulata* por sobre otras larvas. El número de taxones y la abundancia total aumentaron hacia la est. Cloacas (Tabla VII). Los valores de diversidad de Shannon-Wiener (H') de esta fecha resultaron muy bajos en todas las estaciones (Tabla VIII).

El macrozooplancton estuvo representado, especialmente, por algunas larvas de varios decápodos y mysidáceos, aunque en todos los casos con abundancias muy bajas. El número de taxones y la abundancia total tuvieron máximos en la estación Cloacas (Tabla IX). Los valores de diversidad (H') fueron más altos que en los meses precedentes.

Mayo 07

A. tonsa nuevamente dominó en el mesozooplancton y le siguieron en orden de importancia *P. parvus* y *E. acutifrons*. El meroplancton fue escaso. En todos los casos la abundancia de los taxones fue baja. El número de taxones fue mayor en Boya 24 y el máximo de abundancia total se presentó en la est. Galván (Tabla VII). Los valores del índice de Shannon-Wiener (H') resultaron algo más altos que en el mes anterior (Tabla VIII).

El macrozooplancton estuvo representado mayormente por el copépodo *Calanoides carinatus*, el quetognato *Sagitta friderici* y los mysidáceos *Neomysis americana* y *A. magellanica*. El número de taxones incrementó hacia las estaciones internas. La abundancia total mostró un máximo en la est. Cloacas (Tabla IX). Los valores de diversidad H' se mantuvieron relativamente altos (Tabla X).

Junio 07

A. tonsa este mes presentó las más bajas abundancias, llegando a un valor máximo en la est. Cuatros de 37 m^{-3} . Se presentaron *P. parvus* y *E. acutifrons* con abundancias similares. En el meroplancton se observaron larvas de *Balanus glandula* con mayores abundancias en algunas estaciones y larvas de poliquetos Spionidae. El número de taxones fue mayor en las estaciones internas. En Cuatros se dio el máximo de abundancia del mesozooplancton (Tabla VII). Los valores de diversidad aumentaron en todas las estaciones (Tabla VIII).

El macrozooplancton estuvo escasamente representado por un máximo de 4 taxones siendo los mysidáceos y *C. carinatus* los más importantes y abundancias muy bajas. Los valores de diversidad fueron variables entre estaciones (Tablas IX y X).

Tabla 5. MESO – MACROZOOPLANCTON - Composición taxonómica

PHYLUM	CLASE	FAMILIA/SUBFAMILIA	TAXA	
CRUSTACEA	COPEPODA	ACARTIIDAE	<i>Acartia tonsa</i>	
		PONTELLIDAE	<i>Labidocera fluviatilis</i>	
		TEMORIDAE	<i>Eurytemora americana</i>	
		PARACALANIDAE	<i>Paracalanus parvus</i>	
		CALANIDAE	<i>Calanoides carinatus</i>	
		OITHONIDAE	<i>Oithona nana</i>	
		HALICYCLOPINAE	<i>Halicyclops aff crassicornis</i>	
		CYCLOPINAE	<i>Microcyclops aff anceps</i>	
		PENNELIDAE	<i>Penella sp</i>	
		CALIGIDAE	<i>Caligus sp</i>	
		MOSTRILLOIDAE	<i>Mostrilla hegolandica</i>	
			<i>Mostrilla affinis grandis</i>	
			<i>Mostrilla sp</i>	
			TACHIDIIDAE	<i>Euterpina acutifrons</i>
			<i>Microarthridion sp</i>	
			<i>Microarthridion littorale</i>	
			TEGASTIDAE	<i>Tegastes sp</i>
			CLETODIDAE	<i>Cletocamptus aff bermudae</i>
				<i>Nannopus aff palustris</i>
			TISBIDAE	<i>Tisbe aff graciloides</i>
		<i>Tisbe varians</i>		
		<i>Tisbe sp</i>		
		LAOPHONTIDAE	<i>Heterolaophonte sp</i>	
		DIOSACCIDAE	<i>Stenhelia aff palustris</i>	
		AMEIRIDAE	<i>Nitokra sp</i>	
		HARPACTICIDAE	<i>Harpacticus sp</i>	
		THALESTRIDAE	<i>Dactylopodia aff descostata</i>	
			<i>Dactylopodia aff glacialis</i>	
		DECAPODA	PORCELLANIDAE	<i>Pachycheles haigae</i>
	ALBUNEIDAE		<i>Blepharipoda sp</i>	
	PAGURIDAE		<i>Pagurus exilis</i>	
	GRAPSIDAE		<i>Cyrtograpsus spp</i>	
			<i>Chasmagnathus granulata</i>	
	PINNOTHERIDAE		<i>Pinnotheres maculatus</i>	
	<i>Pinnixa patagoniensis</i>			
	XANTHIDAE		<i>Pilumnus reticulatus</i>	
			<i>Platyxanthus crenulatus</i>	
ATELECYCLIDAE	<i>Corystoides chilensis</i>			
SERGESTIDAE	<i>Peisos petrunkevitchi</i>			
ALPHEIDAE	<i>Betaeus lilianae</i>			
	<i>Alpheus puapeba</i>			
HIPPOLYTIDAE	(larva)			
SQUILLIDAE	(larva)			
PERACARIDA	COROPHIIDAE	<i>Corophium sp</i>		
	ISCHYROCERIDAE	<i>Jassa sp</i>		
(gammarido juvenil tipo 1)				
CIRRIPEDIA	CAPRELLINAE	<i>Phtisica sp</i>		
	<i>Balanus glandula</i>			
	<i>Balanus amphitrite</i>			

Cont. Tabla 5

	CLADOCERA	BOSMINIDAE	<i>Bosmina longirostris</i>
		DAPHNIIDAE	<i>Daphnia pulex</i> (larva)
	ANOSTRACA		
ANNELIDA	POLYCHAETA	APHRODITIDAE	(larva)
		SPIONIDAE	(larva)
		SYLLIDAE	<i>Autolytus sp</i> (forma epitoquica Tipo3)
CHAETHOGNATHA	SAGITTOIDEA	SAGITTIDAE	<i>Sagitta friderici</i>
CHORDATA	OSTEICHTHYES	CLUPEIDAE	<i>Brevoortia aurea</i> (larva y huevo)
		ATHERINIDAE	<i>Austroatherina incisa</i> (larva)
		SCIAENIDAE	(larva)
	ASCIDIACEA	BOTRYLLIDAE	<i>Botryllus sp</i>
		DIDEMNIDAE	(larva)
		CIONIDAE	<i>Ciona intestinalis</i>
MOLLUSCA	GASTROPODA		(larva)
	BIVALVIA		(larva)
CNIDARIA	HYDROZOA	CAMPANULLARIDAE	<i>Obelia sp</i>
		CORYNIDAE	<i>Sarsia sp</i>
		CLAVIDAE	<i>Turritopsis nutricula</i>
		OLINDIIDAE	<i>Olindias sambaquiensis</i>
			<i>Gossea brachymera</i> (larva <i>cerinula</i>)
CTENOPHORA	TENTACULATA	PLEUROBRACHIIDAE	<i>Pleurobrachia pileus</i>
ECHINODERMATA	OPHIUROIDEA		(larva)

Julio 07

En este mes en el mesozooplancton, el copépodo invasor *Eurytemora americana* resultó dominante sobre el resto. *A. tonsa* se observó con muy baja abundancia. En el meroplancton las larvas de *B. glandula* fueron dominantes. El número de taxones presentes fue similar entre estaciones de muestreo. La abundancia total se observó incrementando hacia las estaciones internas con un máximo en Cuatrerros (debido a *E.*

americana y las larvas de *B. glandula*) (Tabla VII). Los valores de diversidad H' se mantuvieron altos como en el mes anterior (Tabla VIII).

El macrozooplancton tuvo este mes una muy escasa representación y abundancia (Tabla IX). Por ende los valores de diversidad son muy variables (Tabla X).

Agosto 07

En el mesozooplancton, *E. americana* siguió dominando sobre el resto, llegando hasta alrededor de 2500 ind m⁻³ en Cuatrerros. En el meroplancton, las larvas del cirripedio *B. glandula* llegaron a un valor de 375 ind m⁻³ en la est. Maldonado. El número de taxones fue variable con un valor máximo en White. Las mayores abundancias totales se registraron desde Galván hacia el interior del estuario, con un valor máximo en Cuatrerros (Tabla VII). Los valores de diversidad H' fueron algo más bajos que en el mes de julio (Tabla VIII).

El macrozooplancton observado este mes fue muy escaso y pobre (Tabla IX), con valores de diversidad variables (Tabla X).

Septiembre 07

Dentro del mesozooplancton, en este mes se observó el pico máximo de abundancia del copépodo *E. americana* con 18.543 ind m⁻³ en la est. Maldonado. El resto de esta fracción estuvo compuesto principalmente por *A. tonsa* sumamente disminuida en número, larvas de *B. glandula*, de *C. granulata* y de poliquetos Spionidae. El número de taxones incrementó hacia Boya 24, la abundancia total contrariamente hacia Maldonado y Cuatrerros (Tabla VII). Los valores de diversidad fueron bajos y más aún en las estaciones internas (Tabla VIII).

El macrozooplancton observado fue muy escaso aunque no tanto como en el mes anterior, representado principalmente por huevos de *B. aurea* (saraca) y Atherinidae, mysidáceos y el copépodo *C. carinatus*. El número de taxones y la abundancia total registrada en las distintas estaciones fueron más altos que en agosto (Tabla IX). Los valores de diversidad también incrementaron en este mes (Tabla X).

Octubre 07

En el mesozooplancton *E. americana* se presentó más abundante en Boya 24 y disminuyendo su número hacia el interior del estuario. *A. tonsa* se registró en forma muy escasa en todas las estaciones. En el meroplancton se observaron larvas de *B. glandula*, *C. granulata* y Spionidae. El número de taxones aumentó con respecto al mes anterior. La abundancia total fue máxima en Boya 24, decreciendo hasta la est. Cuatrerros (Tabla VII). Los valores de diversidad H' aumentaron con respecto a los estimados para septiembre (Tabla VIII).

El macrozooplancton estuvo principalmente representado por mysidáceos: *A. magellanica* más abundante en las estaciones externas y *N. americana* en las internas y huevos de peces (especie aún no determinada). El número de taxones presentes aumentó con respecto al observado en septiembre y la abundancia total del mesozooplancton mostró un incremento hacia Boya 24 (Tabla IX). Los valores de diversidad fueron similares a los del mes anterior (Tabla X).

Noviembre 07

A. tonsa incrementó su número en todas las estaciones. Se observaron larvas y juveniles de los copépodos *L. fluviatilis* y *C. carinatus*, dos copépodos típicos del área de plataforma adyacente a la boca del estuario de Bahía Blanca. En el meroplancton, se registraron especialmente, larvas de *C. granulata*, de Spionidae y de *B. amphitrite*. El número de taxones y la abundancia total mostraron máximos en Galván (Tabla VII). Los valores de diversidad H' observados fueron más bajos que en octubre (Tabla VIII).

El macrozooplancton estuvo principalmente representado por larvas de peces, mysidáceos y adultos de *C. carinatus*. El número de taxones aumentó y del mismo modo incrementó la abundancia total de esta fracción en todas las estaciones (Tabla IX). Los valores de diversidad H' se mantuvieron similares a los estimados para el mes anterior (Tabla X).

Diciembre 07

En el mesozooplancton, se observó un incremento de la abundancia de *A. tonsa* llegando a un máximo en la est. Cuatrerros. Fueron numéricamente menos importantes las larvas del cangrejo *C. granulata* y el copépodo *P. parvus*. El número de taxones más alto se registró en la est. White mientras el máximo de abundancia total de esta fracción se observó en la est. Maldonado (Tabla VII). Los valores de

diversidad H' estimados resultaron similares aunque algo menores a los de noviembre (Tabla VIII).

El macrozooplancton estuvo representado principalmente por mysidáceos, los cuales fueron muy abundantes en la est. Cuatrerros. El número de taxones más alto se registró en Boya 24, sin embargo la mayor abundancia total fue observada en la est. Cuatrerros (Tabla IX). Los valores de diversidad H' fueron menores en las estaciones internas (Tabla X).

3.5. VARIABILIDAD ESPACIAL

La variabilidad espacial entre estaciones observada en cada fecha de muestreo está dentro de la esperada de acuerdo al conocimiento del plancton del estuario que se tiene actualmente. Existen varios factores que manejan esa variabilidad.

Si bien el esquema de muestreo contempló muestrear cada sitio con el mismo estado de marea, las características particulares de la onda de marea de ese día y las condiciones de vientos modificándola, pueden haber contribuido a mostrar una variabilidad espacial algo sesgada con respecto a la verdadera. Esto ha ocurrido probablemente con todas las variables medidas.

La variabilidad espacial, se ha ejemplificado mediante gráficas mensuales de dos variables: biomasa en unidades equivalentes de carbono ($\mu\text{g C} \cdot \text{l}^{-1}$ para el fitoplancton y microzooplancton, y $\text{mg C} \cdot \text{m}^{-3}$ para el meso y macrozooplancton) (arriba) y diversidad específica (Shannon-Wiener) (abajo), que resumen las características cualitativas y cuantitativas de las diferentes asociaciones planctónicas (Figuras I a XII del Apéndice, pags. 59 a 70).

Se observó una marcada tendencia de disminución de la biomasa desde el fitoplancton hasta el macrozooplancton. Este patrón, ecológicamente lógico, se repitió en casi todos los muestreos. El fitoplancton mostró sus máximos de biomasa durante la floración de invierno, en julio-agosto y durante la otra floración de verano (febrero) especialmente asociados a las estaciones más internas del área. El microzooplancton mostró sus máximos en julio, y picos en abril y septiembre, particularmente en las estaciones más internas ó a la zona de Cloacas-White.

Los valores de diversidad de Shannon- Wiener muestran la variación de la estructura taxonómica en relación a las abundancias dentro de cada asociación. Alta biomasa y baja diversidad denota la dominancia de unos pocos taxones de la comunidad. Esta situación pudo apreciarse claramente durante agosto- septiembre y durante el período marzo-abril con la dominancia manifiesta de los copépodos del mesozooplancton *E. americana* (en la zona más interna del área) y *A. tonsa* (en toda el área), respectivamente. En el resto de las asociaciones planctónicas estudiadas, existen otros ejemplos del mismo tipo.

En el área del estuario en estudio, se observaron algunos taxones planctónicos que pueden considerarse muy buenos indicadores de calidad ambiental. Esto es a consecuencia de que su presencia está íntimamente ligada a condiciones ambientales particulares que ocurren en determinadas zonas: fondo del estuario (*E. americana*, algunas especies típicas de la floración invernal del fitoplancton y larvas

de *B. glandula*), área de la descarga cloacal y portuaria (algunos ciliados aloricados y tintínidos) y otros que nos marcan la influencia de agua de la zona externa del estuario (copépodos Calanidae de gran tala como *C. carinatus* y *L. fluviatilis*, y larvas de ciertos crustáceos decápodos). El seguimiento en el tiempo de estas formas servirá para confirmar las tendencias observadas en el ciclo anual 2007.

3.6. VARIABILIDAD ESTACIONAL

En el fitoplancton, durante el período anual - enero – diciembre 2007- se observó dominancia del ambiente por parte de las diatomeas, tanto en abundancia como en biomasa. Se registró un pico a finales del verano (entre los meses de febrero y marzo), y una segunda floración entre los meses de junio y agosto. En las estaciones más externas (Boya 24, Cloacas y White), durante el mes de julio se observó un abrupto descenso tanto de la abundancia como de la biomasa.

Los mayores valores de abundancia fitoplanctónica correspondieron a la estación más interna (Cuatreros). Llamó la atención encontrar tan escasa representación de la diatomea *Thalassiosira curviseriata* durante la floración invierno-primaveral, la cual había sido dominante en floraciones de ciclos anuales previos, durante los '90 (Popovich, 2007).

La variación del número de taxones, abundancia total y biomasa total del fitoplancton entre estaciones de muestreo y meses puede observarse en la Tabla III del Apéndice (pag. 35). La variación de los valores de los índices de diversidad, equitatividad y dominancia en la Tabla IV. El índice de Shannon-Wiener osciló entre 1,89 en diciembre y 2,46 en abril.

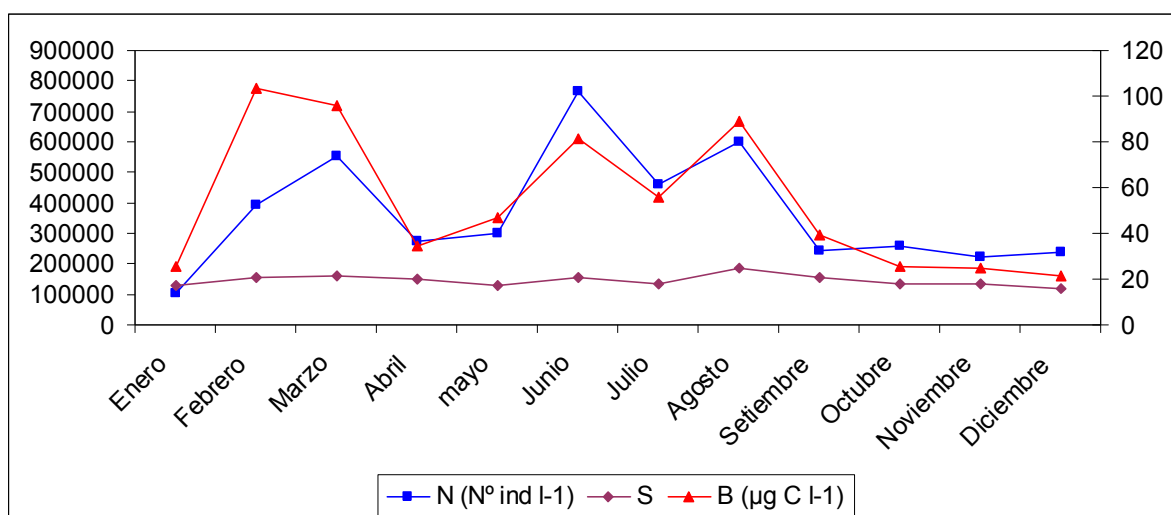


Figura 3. Ciclo estacional del fitoplancton. N, abundancia media mensual (eje izquierdo), S, número de taxones, y B, biomasa media mensual (eje derecho)

El ciclo anual del fitoplancton observado en este período, en términos generales, es similar al registrado en el área interna del estuario durante los últimos años, aunque

difiere, particularmente en la magnitud y momento de ocurrencia de los picos de abundancia, del observado en el ciclo 1996-1997 (IADO, 1997), del descrito por Popovich (1997) y del que se registraba en los '80 (Gayoso, 1998). Según se aprecia en la Figura 3, los picos de abundancia y biomasa que ocurren a fines del verano y en invierno son bastante parejos y coinciden con los de la clorofila-a (Figura 2).

El microzooplancton ha mostrado a partir del análisis de los valores de abundancia total, una variación estacional con un pico máximo en invierno y otro pico de menor importancia durante el verano y comienzos del otoño (Tabla V del Apéndice, pag. 41). La variación estacional de los índices de diversidad, equitatividad y dominancia puede observarse en la Tabla VI. En enero se observó un valor promedio de H' de 0,15 (mínimo) mientras en febrero se observó el máximo, de 2,24.

Parece haber una concordancia con el ciclo observado en 1996-1997 (IADO, 1997) aunque ese estudio no es del todo comparable con éste, dado que en él se utilizó una frecuencia de muestreo bimensual. También coincide en general, con lo informado por Pettigrosso y Barriá de Cao (2007) para los ciclos de los ciliados en años precedentes.

En el mesozooplancton, se observó una variación estacional muy marcada, la cual describe una curva bimodal. Una moda se produjo en verano-principios de otoño y fue el resultado de las máximas abundancias del copépodo *A. tonsa*. Otra moda de mayor magnitud se produjo en primavera y fue producto del pico poblacional del copépodo invasor *E. americana*. Fue sorprendente la magnitud del pico de abundancia de esta especie en septiembre.

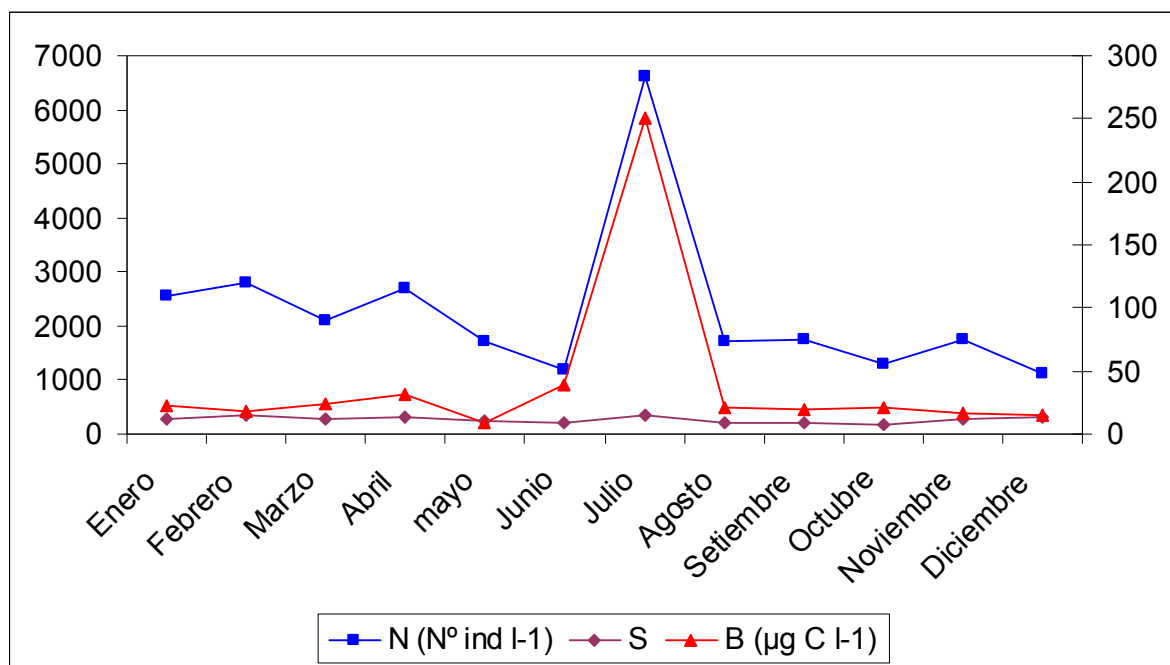


Figura 3. Ciclo estacional del microzooplancton. N, abundancia media mensual (eje izquierdo), S, número de taxones, y B, biomasa media mensual (eje derecho)

Durante el verano, en especial, fue interesante observar la presencia de dos grandes calanidos de la plataforma interior: *Calanoides carinatus* y *Labidocera fluviatilis*, aunque en bajas abundancias en toda el área de estudio. Sólo desde hace uno o dos

ciclos anuales estos copépodos se observan en el sector interno del estuario (Menéndez, com. pers.). Con anterioridad, estas especies no habían sido registradas en el área. Su presencia se cree que es una consecuencia del agua de lastre que algunos barcos recargan en la zona del fondeadero y luego descargan en los puertos del interior del estuario.

Los valores de diversidad (H') y parámetros asociados equitatividad y dominancia (Tabla VIII del Apéndice, pag. 50) muestran la influencia de la composición y abundancia de cada uno de los componentes sobre la estructura del mesozooplancton. La diversidad específica denotó la dominancia de una u otra especie dando lugar a valores bajos en esas épocas (enero a abril y julio a septiembre), y aumentando el resto de los meses (mayo y junio). Sus valores oscilaron entre 0,16 en abril a 1,31 en junio.

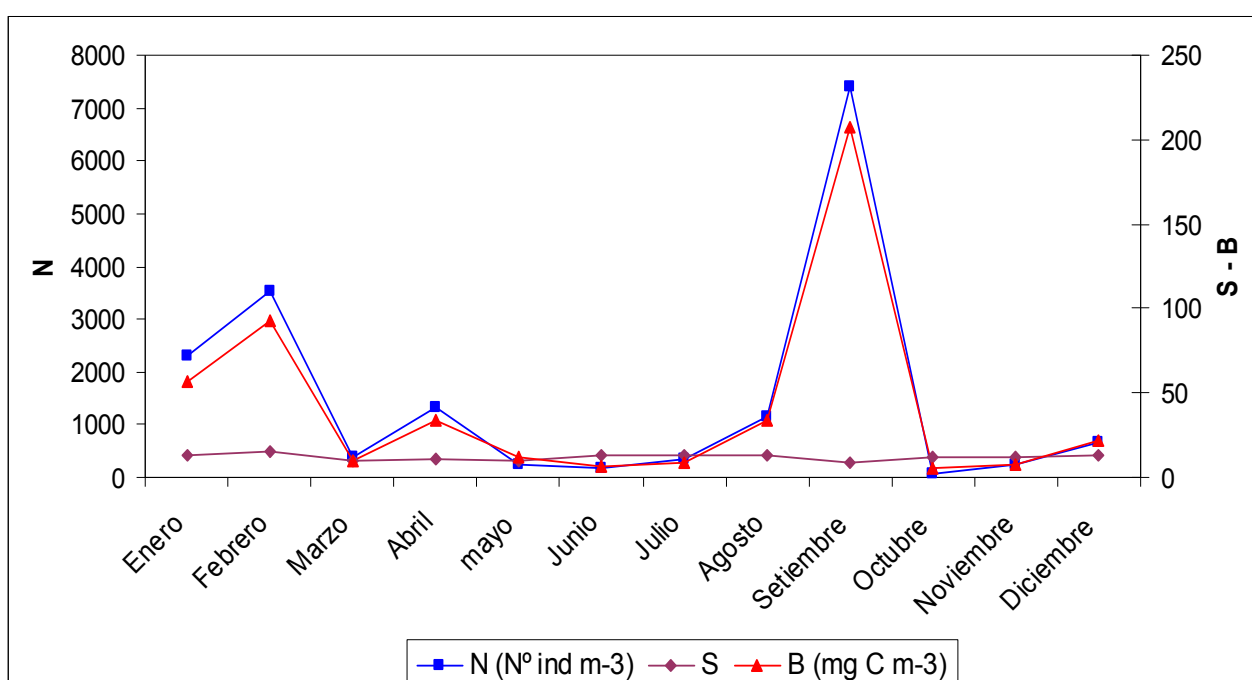


Figura 4. Ciclo estacional del mesozooplancton. S, número de taxones, N, abundancia media mensual y B, biomasa media mensual

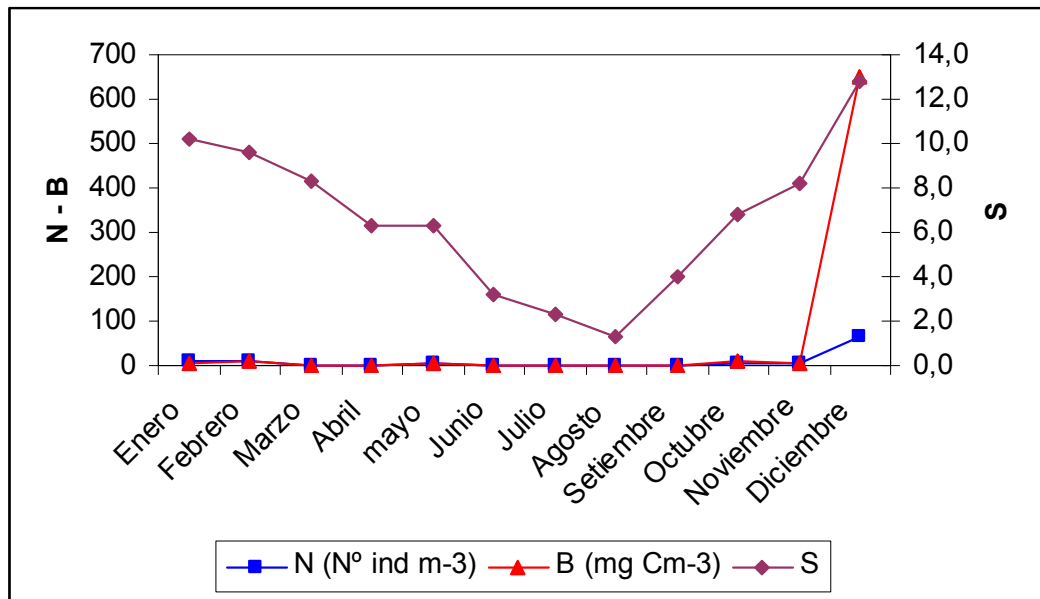


Figura 4. Ciclo estacional del macrozooplancton. S, número de taxones, N, abundancia media mensual y B, biomasa media mensual

El macrozooplancton describió una curva con máximos desde la primavera al otoño y mínimos en invierno (Tabla IX). La diversidad de Shannon-Wiener osciló entre 0,39 en agosto y 1,81 en marzo (Tabla X). Los valores extremadamente bajos de diversidad específica (H') ocurrieron en fechas y estaciones donde se observó un número muy bajo de taxones asociado a muy bajas abundancias.

4. Discusión de los resultados y conclusiones

El ciclo anual del meso y macrozooplancton se asemeja a lo observado en los últimos años (IADO, 1997; Hoffmeyer, 1994) aunque resultó sorprendente el pico de abundancia que presentó el copépodo invasor *E. americana*, tres veces superior al de *A. tonsa* durante fines de verano. Históricamente, este último copépodo, especie nativa del estuario, dominaba ampliamente en el mesozooplancton durante la mayor parte del año. *E. americana* luego de su aparición, cumplía un ciclo bastante constante entre junio y octubre pero alcanzando sólo abundancias de un orden de magnitud más bajas que lo observado en este año Hoffmeyer (2007).

El ciclo estacional del plancton observado en 2007, en general, difiere de lo que ocurría en los inicios de los '80, previo a la aparición de *E. americana*, especie invasora que se cree ha ingresado con el agua de lastre (Hoffmeyer, 2004).

Se han observado otras ligeras diferencias en la composición, estructura, biodiversidad y dinámica del fitoplancton, micro-, meso- y macrozooplancton, con respecto a lo registrado históricamente y también en ciclos anuales más recientes. Estas variaciones son de diferente índole e importancia, pero indudablemente se consideran señales de alerta que hay que comprender y monitorear.

Las causas que provocaron los efectos mencionados están vinculadas a cambios ambientales naturales y/o de origen antrópico ocurridos durante las últimas décadas y años. Las diferencias observadas, más que todo en magnitud, pueden ser el producto de las condiciones ambientales particulares previas a cada fecha de muestreo ocurridas en 2007 y no detectadas en este estudio, debido a que el mismo no permite evaluar la variabilidad entre días.

El traslado intercontinental y regional/local de biota vía lastre y casco de embarcaciones es un factor muy importante de traslocación de especies que ha provocado la invasión en el estuario del copépodo *Eurytemora americana*, y el cirripedio *Balanus glandula*. También ha promovido el transplante de especies por fuera de su área típica de distribución. Este parece ser el caso de los copépodos Calanidae – *Calanoides carinatus* y *Labidocera fluviatilis* - que hace más de 10 años, se distribuían sólo en el área de El Rincón y ahora han ampliado su distribución hasta el interior del estuario. Este efecto debería ser estudiado con mayor atención. Los procesos mencionados, en general, atentan contra la biodiversidad natural del ecosistema.

Varios procesos ecológicos deben haber ocurrido en las asociaciones bióticas estudiadas tales como cambios en las interacciones de depredación, competencia y alteración de nichos (Pianka, 1982), los cuales se evidenciaron a través de las modificaciones observadas últimamente, en la composición y en los patrones de abundancia.

Es posible también que la contaminación aguda por tóxicos, de haber ocurrido en sitios puntuales dentro del área en estudio, haya influido sobre la distribución espacial y temporal de los taxones planctónicos más sensibles.

La utilización del monitoreo bioecológico en diversos ecosistemas acuáticos sometidos a presión antrópica, como es el caso de ríos y costas marinas, se ha intensificado desde los '90 debido a la gran sensibilidad de las comunidades bióticas para responder con cierta antelación, a pequeños cambios ambientales antropogénicos de tipo local o global (Davis & Simon, 1995).

Determinar las causas de los cambios observados a nivel sistémico, es un objetivo complejo y difícil de lograr sólo a partir de datos de campo, debido fundamentalmente a la probable sinergia entre los distintos factores y procesos. En este caso, sería conveniente complementarlo con trabajo experimental controlado, a través del cual poder testear hipótesis planteadas desde los datos observacionales.

Sin embargo, el monitoreo continuo del sistema, garantizará acumular información sistemática y profundizar así el conocimiento del mismo, permitiendo explicar en parte la variabilidad detectada.

La existencia de relaciones causa-efecto, por ejemplo, que subyacen por detrás de los patrones de variabilidad observados, podrá ser analizada estadísticamente para mediano y largo plazo, entre los parámetros de calidad del agua y concentración de contaminantes, por un lado, y los atributos y parámetros ecológicos planctónicos, por el otro.

REFERENCIAS

- Björnberg, T. K. S. 1981. *Copepoda*. En: Boltovskoy, D. (Ed.). 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, 937 pp.
- Boltovskoy, D. (Ed.). 1999. *South Atlantic Zooplankton*. Vol. 1 & 2. Backhuys Publs., Leiden, Holanda, 1706 pp.
- Boltovskoy, D. (Ed.). 1981. *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Boschi, E. E. 1981. *Larvas de Crustacea Decapoda*. En: Boltovskoy, D. (Ed.). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación espacial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, 937 pp.
- Clesceri, L. S., A. E. Greenberg & A. D. Eaton, 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th edition. APHA, Washington.
- Cushing, D. H., Humphrey, G. H., Banse, K. and Laevastu, T., 1958. Report of the Committee on terms and equivalents. *Rapp. P. -V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer*, 144: 15-16.
- Davis, W. S. & Simon, T. P., 1995. *Biological Assessment and Criteria: tools for Water Resource Planning and Decision Making*. CRC Press.
- Eppley, R. W., Reid, F. M. H. y Strickland, J. D. H., 1970. The ecology of the plankton off La Jolla, California, in the period April through September 1967(ed. J. D. H. Strickland), pt. III. Estimates of phytoplankton crop size, growth rate and primary production. *Bull. Scripps. Inst. Oceanogr.*, 17:33-42.
- Gayoso, A. M. 1998. Long-term phytoplankton studies in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *ICES Journal of Marine Science*, 55:655-660.
- Hasle, G. 1978. *Concentrating Phytoplankton. Settling. The inverted - microscope method*. En: Phytoplankton Manual. Sournia, A., ed., Monographs on oceanographic methodology (6):88-96, UNESCO.
- Hoffmeyer, M. S. 1983. Zooplancton del área interna de la Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina). I- Composición faunística. *Historia Natural*, 3: 73-94.
- Hoffmeyer, M. S. 1994. Seasonal succession of Copepoda in the Bahía Blanca estuary. En: F. D. Ferrari & B. P. Bradley (eds.), Ecology and Morphology of Copepods, Developments on Hydrobiology. *Hydrobiologia*, 292/293: 303-308.
- Hoffmeyer, M. S. 2004. Decadal change in zooplankton seasonal succession in the Bahía Blanca estuary, Argentina, following introduction of two zooplankton species. *J. Plankton Res.*, 26(2):181-189.
- Hoffmeyer, M. S. 2007. *Mesozooplankton*. En: En: Piccolo M. C. & Hoffmeyer M. S. (eds.) Ecosistema del estuario de Bahía Blanca. EDIUNS, pp. 133-141.
- Hoffmeyer, M. S., B. W. Frost y M. B. Castro. 2000. *Eurytemora americana* Williams, 1906, not *Eurytemora affinis* (Poppe, 1880) inhabits the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Sci. Mar.*, 64(1): 111-113.
- IADO, 1997. *Estudio de la calidad de agua en la ría de Bahía Blanca*. Informe Final. Bahía Blanca. Julio de 1997.
- Jerome, C. A.; D. J. S. Montagnes and F. J. R. Taylor. 1993. The effect of the Quantitative Protargol Stain and Lugol's and Bouin's Fixatives on Cell

- size: A more Accurate Estimate of Ciliate Species Biomass. *J. Euk. Microbiol*, 40 (3): 254-259.
- Kofoid, C. y Campbell, A. 1929. A conspectus of the marine and freshwater ciliata belonging to the suborder Tintinnoinea, with descriptions of the new species principally from the Agassiz expedition to the Eastern Tropical Pacific, 1904 -1905. Univ. Calif. Publ. Zool., 34:1-403.
- Lang, K. 1975. Monographie der Harpacticiden. T I y II. Otto Koeltz Science Publ., 1.682 pp.
- Leakey, R. J. G.; P. H Burkill and M. A. Sleight. 1994 (b). A comparison of fixatives for the estimation of abundance and biovolumen of marine planktonic ciliate populations. *Journal of plankton Research*, 16 (4): 375–389.
- Pallares, R. (1968). *Copépodos Marinos de la Río Deseado*. Contribución Científica 27. Centro de Investigación de Biología Marina. CONICET.125 pp.
- Pettigrosso, R. E. y Barría de Cao, M. S. 2007. Ciliados planctónicos. En: *Ecosistema del estuario de Bahía Blanca*. EDIUNS, pp. 121-131.
- Pianka, E. R., 1982. *Ecología Evolutiva*. Eds. Omega, SA, 365 pp.
- Pielou, E. C.1975. *Ecological Diversity*. J. Willey & Sons. 165 pp.
- Popovich, C. A. 1997. *Autoecología de Thalassiosira curviseriata Takano (Bacillariophyceae) y su importancia en el entendimineto de la floración anual de diatomeas en el estuario de Bahía Blanca (Pcia. Bs. As., Argentina)*. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur, 222 pp.
- Popovich, C. A. 2007. *Fitoplancton*. En: Piccolo M. C. & Hoffmeyer M. S. (eds.) *Ecosistema del estuario de Bahía Blanca*. EDIUNS, pp. 91-100.
- Putt, M. and D. K. Stoecker. 1989. An experimentally determined carbon volume ratio for marine “oligotrichous” ciliates from estuarine and coastal waters. *Limnology and Oceanography*, 34 (6): 1097-1103.
- Reid, J.W. 1985. Chave de Identificacao e lista de referencias bibliografia para as especies continentais Sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoología, Universidade de Sao Paulo*, 9:17-143.
- Sieburth, J. Mc N., Smetacek, V., & Lenz, J. 1978. Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnology and Oceanography*, 23: 1256-1263.
- Simpson, E. H.1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Sournia, 1976. *Phytoplankton Manual*. UNESCO Monographs on Oceanographic Methodology. Paris. 336 pp.
- Stoecker, D. K.; Gifford, D. J. and M. Putt. 1994. Preservation of marine planktonic ciliates: losses and cell shrinkage during fixation. *Marine Ecology Progress Series*, 110: 293 – 299.
- Taylor, F.J.R., 1978. *Dinoflagellates*. En Sournia A. (ed) *Phytoplankton Manual*, UNESCO, París, pp. 143-147.
- Thronsend, J., 1995. *Estimating cell numbers*. En Hallegraeff, G.M., Anderson, D. M., Cembella, A. D. (Ed.), *Manual on Harmful Marine Microalgae*. IOC – UNESCO, Paris, pp. 63-80.
- Young, C. M. 2002. *Atlas of Marine Invertebrate Larvae*. Academic Press, 626 pp.

APENDICE

Tabla I. Información ambiental general. Año 2007

FECHA	ESTACION	HORA	PROF.	TEMP.	COND.	SAL.	OXIG. DIS.	TURB.	pH	
04/01/2007	Boya 24	06:32	10,8	23	59,90	38,22	Sin dato	100	8,48	
	Cloacas	07:24	9	23,1	59,70	38,09		100	8,45	
	White	08:00	15	23,5	60,80	38,79		100	8,42	
	Galvan	08:27	16,3	23,6	61,10	38,98		101	81,44	
	Maldonado	09:10	9	23,8	61,20	39,05		101	8,49	
	Cuaterros	09:48	6	24	62,10	39,62		102	8,6	
07/02/2007	Boya 24	Sudestada								
	camp. general	Cloacas	12:30	8,6	23,7	56,60	36,11	3,82	108	8,5
		White	13:20	14	23,4	57,10	36,43	3,52	86	8,45
		Galvan	13:55	11,6	23,9	57,90	36,94	3,97	178	8,53
		Canal Galvan	Sudestada							
		Maldonado	14:35	9	23,5	58,30	37,20	4,03	217	8,6
		Cuaterros	15:30	6,7	22,9	59,70	38,09	4,2	190	8,69
	12/03/2007	Boya 24	13:00	8,8	19,8	61,40	39,17	Sin dato	100	8,39
Cloacas		13:38	7	19,8	61,70	39,36		100	8,4	
White		14:15	16,8	19,5	61,70	39,36		100	8,4	
Galvan		14:45	9,5	19,1	61,50	39,24		110	8,39	
Maldonado		16:20	7,8	20,3	60,00	38,28		100	8,51	
Cuaterros		15:55	7	20,9	57,20	36,49		87	8,56	
09/04/2007		Boya 24	11:45	9	18,3	45,40	28,97	7,7	60	7,74
	camp. general	Cloacas	12:35	8,2	18,2	46,10	29,41	5,5	78	7,72
		White	13:17	14	18,5	45,30	28,90	5,52	42	7,65
		Galvan	13:55	12	17,9	45,10	28,77	6,03	55	7,68
		Canal Galvan	14:34	18	16,8	45,00	28,71	6,5	160	7,86
		Maldonado	16:26	2	17,1	43,60	27,82	6,36	42	7,89
		Cuaterros	15:50	6	16,8	40,30	25,71	6,5	76	7,9
12/05/2007	Boya 24	12:48	7	11,6	44,60	28,45	7,32	80	7,38	
	Cloacas	13:08	10	11,1	44,00	28,07	7,1	66	7,33	
	White	13:34	9,5	11,3	43,50	27,75	7,71	65	7,34	
	Galvan	13:52	15	11,1	42,90	27,37	7,68	61	7,33	
	Maldonado	14:12	8	10,5	42,30	26,99	7,7	47	7,42	
	Cuaterros	14:33	8	10,2	41,60	26,54	8,9	35	7,39	
05/06/2007	Boya 24	10:06	10	7,7	53,60	34,20	9,6	113	7,8	
	camp. general	Cloacas	10:47	9	7,4	54,30	34,64	9,7	79	7,6
		White	11:13	5	7,2	54,20	34,58	9,5	41	7,6
		Galvan	11:54	7,93	7,4	53,40	34,07	9,5	73	8,4
		Canal Galvan	12:20	3	7,2	50,60	32,28	10,3	78	8,2
		Maldonado	14:28	7	7,3	52,10	33,24	11,2	43	8,7
		Cuaterros	13:44	6	6,9	51,60	32,92	11,1	23	8,7
03/07/2007	Boya 24	08:45	8,5	6,7	60,20	38,41	Sin dato	29	8,88	
	Cloacas	09:58	6	6,4	60,40	38,54		35	8,66	
	White	10:30	8	6,5	59,90	38,22		38	8,67	
	Galvan	11:30	9,3	6,2	60,20	38,41		25	8,75	
	Maldonado	11:50	9	5,8	59,30	37,83		22	8,76	
	Cuaterros	12:15	6,3	5,5	57,40	36,62		27	8,91	
06/08/2007	Boya 24	11:30	12	6	53,30	34,01	8,66	60	7,42	
	camp. general	Cloacas	12:15	8,8	5,8	53,80	34,32	8,46	18	7,35
		White	13:00	7,4	6,3	53,50	34,13	6,88	15	7,41
		Galvan	13:30	16,3	6,4	53,10	33,88	6,58	14	7,47
		Canal Galvan	14:05	2	6,8	52,70	33,62	6,54	19	7,58
		Maldonado	16:00	6,5	6,5	52,10	33,24	5,69	12	7,65
		Cuaterros	15:25	7,9	5,9	51,30	32,73	6,25	10	7,59
05/09/2007	Boya 24	11:12	5,3	11,1	59,20	37,77	Sin dato	112	8,15	
	Cloacas	12:10	10,9	10,03	59,50	37,96		44	8,15	
	White	12:45	7,05	11,4	59,50	37,96		39	8,07	
	Galvan	13:04	8,3	11,4	59,40	37,90		33	8,06	
	Maldonado	13:40	8,7	11,9	58,90	37,58		37	7,95	
	Cuaterros	14:08	6,7	11,8	58,80	37,51		28	7,88	

Cont. Tabla I

02/10/2007	Boya 24	09:40	9	13,4	50,41	32,16	8,7	146	8,1	
camp. general	Cloacas	10:25	10,9	13,5	49,59	31,64	7,9	69	8,1	
	White	11:05	12,06	13,9	48,41	30,89	7,9	58	8,2	
	Galvan	11:35	9	13,9	47,80	30,50	8,2	80	8,2	
	Canal Galvan	12:03	3	15,3	45,59	29,09	8,5	58	8,2	
	Maldonado	12:49	6,9	14,2	46,80	29,86	8,1	116	8,2	
	Cuaterros	13:32	8	15,5	43,40	27,69	8,6	56	8,3	
01/11/2007	Boya 24	Vientos fuertes								
	Cloacas	09:57	8	16,5	55,52	35,42	Sin dato	239	8,24	
	White	10:35	9,35	16,5	54,40	34,71		146	8,3	
	Galvan	10:55	16	16,7	54,00	34,45		115	8,26	
	Maldonado	11:40	13,7	16,8	53,30	34,01		92	8,24	
	Cuaterros	12:17	9,5	16,6	52,40	33,43		65	5,29	
11/12/2007	Boya 24	08:44	9	18	52,00	33,18	13,9	130	7,2	
camp. general	Cloacas	09:45	6,7	18	53,00	33,81	10,8	430	7,9	
	White	10:41	15,1	18	53,00	33,81	8,8	190	7,9	
	Galvan	11:02	14,7	17	53,00	33,81	8,7	160	8,4	
	Canal Galvan	Vientos fuertes								
		Maldonado	11:28	8	17	54,00	34,45	8,3	300	8,9
		Cuaterros	12:31	5	17	55,00	35,09	8,9	610	8,9

Tabla II. Concentración de clorofila-a, feopigmentos y materia orgánica particulada. Datos brutos promedio y desviación estandar, obtenidos en las campañas de muestreo particulares del grupo de trabajo.

Año 2007		Clor.-a mg m ⁻³	Feopig. mg m ⁻³	M.O.P. mg C m ⁻³
Enero	Boya 24	3,03	2,16	90,53
	Cloacas	2,94	2,91	1.071,84
	White	3,00	3,09	105,00
	Galván	3,55	3,63	424,74
	Maldonado	3,84	4,53	85,00
	Cuatrerros	6,32	4,43	440,88
	Prom.	3,78	3,46	369,66
	D.E.	1,29	0,92	382,14
Febrero	Cloacas	7,25	3,69	2.274,53
	White	6,47	4,64	4.059,74
	Galvan	7,62	6,92	1.436,53
	Maldonado	7,00	10,63	1.369,26
	Cuatrerros	14,87	3,12	1.820,83
	Prom.	8,64	5,80	2.192,18
	D.E.	3,50	3,06	1.104,61
	Marzo	Boya24	6,24	4,45
Cloacas		3,51	7,53	1.169,23
White		10,50	3,18	683,80
Galvan		11,67	5,92	1.339,99
Maldonado		9,08	11,59	2.166,65
Cuatrerros		8,37	5,94	1.705,44
Prom.		8,23	6,44	1.422,80
D.E.		2,97	2,93	500,57
Mayo	Boya24	3,38	0,00	1.820,43
	Cloacas	1,79	0,14	731,37
	White	2,48	2,00	447,12
	Galvan	2,19	0,90	2.011,94
	Maldonado	1,78	1,20	410,92
	Cuatrerros	4,05	0,00	133,65
	Prom.	2,61	0,71	925,90
	D.E.	0,92	0,81	792,41
Julio	Boya24	6,75	0,00	1.417,51
	Cloacas	1,51	5,47	1.158,91
	White	3,74	5,47	965,47
	Galvan	2,30	11,41	294,56
	Maldonado	8,14	8,73	440,69
	Cuatrerros	6,15	10,40	172,33
	Prom.	4,76	6,91	741,58
	D.E.	2,65	4,19	509,04
Setiembre	Boya24	5,05	2,18	1.021,18
	Cloacas	1,43	3,55	345,35
	White	2,82	2,72	469,83
	Galvan	2,54	3,22	484,32
	Maldonado	2,75	2,12	823,12
	Cuatrerros	1,86	2,97	122,46
	Prom.	2,74	2,79	544,38
	D.E.	1,25	0,57	326,14

Cont. Tabla II

Noviembre	Cloacas	0,30	10,71	2.210,20
	White	3,01	4,59	3.619,81
	Galvan	0,63	5,94	1.450,72
	Maldonado	2,56	2,72	1.624,44
	Cuaterros	1,54	2,18	1.520,71
	Prom.	1,61	5,23	2.085,18
	D.E.	1,18	3,41	908,87

Tabla III. FITOPLANCTON. Número de taxones (S), abundancia (N) y biomasa en carbono (B)

FITOPLANCTON				
Año 2007	Ests. Muestreo	S	N (Nº ind l ⁻¹)	B (µg l ⁻¹)
Enero	Boya 24	20,00	257.580,00	91,85
	Cloacas	15,00	68.900,00	14,56
	White	16,00	71.020,00	8,94
	Galván	18,00	63.600,00	12,17
	Maldonado	19,00	83.740,00	12,82
	Cuatrerros	15,00	73.670,00	12,86
	Promedio	17,17	103.085,00	25,54
	<i>Desv. estandar</i>	2,14	75.978,97	32,54
	<i>Rango</i>	15-20	73.670,00-257.580,00	8,94-91,85
Febrero	Boya 24	—	—	—
	Cloacas	24,00	459.696,00	75,43
	White	21,00	368.880,00	59,24
	Galván	24,00	243.036,00	63,41
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	18,00	302.100,00	58,32
	Cuatrerros	18,00	594.402,00	260,86
	Promedio	21,00	393.622,80	103,45
	<i>Desv. estandar</i>	3,00	138.151,16	88,26
<i>Rango</i>	18-24	243.036,00-594.402,00	58,32-260,86	
Marzo	Boya 24	18,00	442.020,00	86,42
	Cloacas	18,00	465.340,00	65,63
	White	28,00	458.126,00	67,87
	Galván	23,00	465.976,00	91,13
	Maldonado	19,00	530.000,00	74,64
	Cuatrerros	22,00	954.000,00	188,22
	Promedio	21,33	552.577,00	95,65
	<i>Desv. estandar</i>	3,88	198.949,25	46,45
	<i>Rango</i>	18-22	442.020,00-954.000,00	65,63-188,22
Abril	Boya 24	22	269.412,00	42,71
	Cloacas	23	303.324,00	28,63
	White	27	183.690,00	20,12
	Galván	20	318.000,00	31,30
	Canal Galván	12	477.000,00	82,38
	Maldonado	20	187.620,00	15,66
	Cuatrerros	18	197.160,00	20,83
	Promedio	20,29	276.600,86	34,52
	<i>Desv. estandar</i>	4,64	104.483,16	22,93
<i>Rango</i>	12-27	183.690,00-477.000,00	15,66-82,38	
Mayo	Boya 24	16	197.820,00	30,28
	Cloacas	20	260.760,00	38,17
	White	20	566.770,00	70,75
	Galván	15	262.818,00	72,72
	Maldonado	18	365.912,00	45,84
	Cuatrerros	16	159.669,00	21,71
	Promedio	17,50	302.291,50	46,58
	<i>Desv. estandar</i>	2,17	147.332,92	21,09
	<i>Rango</i>	15-20	159.669,00-566.770,00	21,71-72,72

Cont. Tabla III

Junio	Boya 24	20	550.140,00	60,98
	Cloacas	22	771.680,00	53,04
	White	21	634.280,00	70,83
	Galván	19	407.258,00	80,02
	Canal Galván	13	1.490.890,00	130,42
	Maldonado	23	612.614,00	47,55
	Cuaterros	26	907.360,00	127,61
	Promedio	20,57	767.746,00	81,49
	Desv. estandar	4,04	356.283,56	34,20
Rango	13-26	407.258,00-1.490.890,00	47,55-130,42	
Julio	Boya 24	16	85.330,00	18,00
	Cloacas	16	137.061,00	10,62
	White	20	211.950,00	33,06
	Galván	19	585.120,00	65,78
	Maldonado	16	726.100,00	84,41
	Cuaterros	19	1.014.420,00	124,23
	Promedio	17,67	459.996,83	56,01
	Desv. estandar	1,86	374.176,90	43,79
	Rango	16-20	85.330,00-1.014.420,00	33,06-124,23
Agosto	Boya 24	25	617.324,00	112,89
	Cloacas	22	463.464,00	120,02
	White	23	598.104,00	81,65
	Galván	27	638.650,00	88,03
	Canal Galván	26	597.310,00	73,29
	Maldonado	26	849.056,00	90,70
	Cuaterros	23	445.730,00	55,27
	Promedio	24,57	601.376,86	88,83
	Desv. estandar	1,90	133.079,99	22,27
Rango	22-27	445.730,00-849.056,00	55,27-120,02	
Setiembre	Boya 24	21	339.200,00	81,75
	Cloacas	19	136.970,00	33,59
	White	21	382.395,00	51,99
	Galván	21	208.227,00	27,88
	Maldonado	23	178.038,00	17,24
	Cuaterros	19	207.230,00	24,99
	Promedio	20,67	242.010,00	39,57
	Desv. estandar	1,51	96.571,84	23,74
	Rango	19-23	136.970,00-382.395,00	17,24-81,75
Octubre	Boya 24	18	420.290,00	33,35
	Cloacas	18	146.713,00	15,22
	White	20	199.861,00	18,62
	Galván	18	222.783,00	19,51
	Canal Galván	15	169.144,00	18,50
	Maldonado	19	380.540,00	41,47
	Cuaterros	16	257.845,00	34,05
	Promedio	17,71	256.739,43	25,82
	Desv. estandar	1,70	105.074,23	10,22
Rango	15-20	146.713,00-420.290,00	15,22-41,47	

Cont. Tabla III

Noviembre	Boya 24	—	—	—
	Cloacas	17	337.610,00	39,23
	White	17	194.510,00	26,78
	Galván	19	202.844,00	20,08
	Maldonado	21	174.584,00	20,96
	Cuaterros	15	192.482,00	17,56
	Promedio	17,80	220.406,00	24,92
	Desv. estandar	2,28	66.323,47	8,68
Rango	15-21	174.584,00-337.610,00	17,56-39,23	
Diciembre	Boya 24	15	446.790,00	28,89
	Cloacas	13	184.632,00	17,64
	White	21	314.290,00	34,27
	Galván	14	218.360,00	16,60
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	17	222.312,00	26,90
	Cuaterros	14	45.216,00	4,80
	Promedio	15,67	238.600,00	21,52
	Desv. estandar	2,94	134.206,50	10,63
Rango	13-21	45.216,00-446.790,00	4,80-34,27	

Tabla IV. FITOPLANCTON. Indices de diversidad de Margalef (d), de equitatividad (J'), de diversidad de Shannon- Wiener (H') y de dominancia de Simpson (1949) (Lambda)

FITOPLANCTON					
Año 2007	Ests. Muestreo	d	J'	H'	Lambda
Enero	Boya 24	1,52	0,68	2,05	0,22
	Cloacas	1,26	0,83	2,26	0,15
	White	1,34	0,85	2,37	0,12
	Galván	1,54	0,88	2,54	0,10
	Maldonado	1,59	0,88	2,58	0,09
	Cuaterros	1,25	0,78	2,10	0,20
	Promedio	1,42	0,82	2,32	0,15
	<i>Desv. estandar</i>	0,15	0,08	0,22	0,05
	Rango	1,25-1,59	0,68-0,88	2,05-2,58	0,09-0,22
Febrero	Boya 24	—	—	—	—
	Cloacas	1,76	0,72	2,30	0,19
	White	1,56	0,71	2,18	0,19
	Galván	1,85	0,79	2,51	0,14
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	1,35	0,69	1,99	0,26
	Cuaterros	1,28	0,78	2,26	0,13
	Promedio	1,56	0,74	2,25	0,18
	<i>Desv. estandar</i>	0,25	0,04	0,19	0,05
Rango	1,28-1,85	0,69-0,79	1,99-2,30	0,13-0,26	
Marzo	Boya 24	1,31	0,87	2,50	0,11
	Cloacas	1,30	0,81	2,33	0,13
	White	2,07	0,78	2,59	0,12
	Galván	1,69	0,82	2,58	0,10
	Maldonado	1,37	0,74	2,19	0,16
	Cuaterros	1,53	0,80	2,49	0,13
	Promedio	1,54	0,80	2,45	0,13
	<i>Desv. estandar</i>	0,30	0,04	0,16	0,02
	Rango	1,30-2,07	0,74-0,82	2,19-2,59	0,10-0,16
Abril	Boya 24	1,68	0,68	2,11	0,25
	Cloacas	1,74	0,84	2,63	0,10
	White	2,15	0,85	2,81	0,08
	Galván	1,50	0,74	2,22	0,16
	Canal Galván	0,84	0,94	2,33	0,11
	Maldonado	1,56	0,87	2,61	0,10
	Cuaterros	1,39	0,86	2,49	0,10
	Promedio	1,55	0,83	2,46	0,13
	<i>Desv. estandar</i>	0,40	0,09	0,25	0,06
Rango	0,84-2,15	0,68-0,94	2,11-2,81	0,08-0,25	
Mayo	Boya 24	1,23	0,77	2,13	0,21
	Cloacas	1,52	0,88	2,64	0,09
	White	1,43	0,73	2,20	0,18
	Galván	1,12	0,83	2,24	0,15
	Maldonado	1,33	0,86	2,48	0,10
	Cuaterros	1,25	0,82	2,28	0,16
	Promedio	1,31	0,82	2,33	0,15
	<i>Desv. estandar</i>	0,15	0,06	0,19	0,05
	Rango	1,12-1,52	0,73-0,88	2,13-2,64	0,09-0,21

Cont. Tabla IV

Junio	Boya 24	1,44	0,79	2,37	0,14
	Cloacas	1,55	0,79	2,46	0,12
	White	1,50	0,78	2,37	0,12
	Galván	1,39	0,81	2,38	0,11
	Canal Galván	0,84	0,66	1,68	0,29
	Maldonado	1,65	0,80	2,50	0,12
	Cuaterros	1,82	0,81	2,64	0,09
	Promedio	1,46	0,78	2,34	0,14
	Desv. estandar	0,31	0,05	0,31	0,07
	Rango	0,84-1,82	0,66-0,81	1,68-2,64	0,09-0,29
Julio	Boya 24	1,32	0,82	2,29	0,15
	Cloacas	1,27	0,91	2,53	0,09
	White	1,55	0,85	2,55	0,11
	Galván	1,36	0,65	1,92	0,30
	Maldonado	1,11	0,72	1,98	0,23
	Cuaterros	1,30	0,65	1,91	0,28
	Promedio	1,32	0,77	2,20	0,20
	Desv. estandar	0,14	0,11	0,30	0,09
	Rango	1,11-1,55	0,72-0,91	1,91-2,55	0,09-0,30
	Agosto	Boya 24	1,80	0,81	2,60
Cloacas		1,61	0,85	2,61	0,09
White		1,65	0,79	2,48	0,12
Galván		1,95	0,76	2,52	0,13
Canal Galván		1,88	0,77	2,50	0,14
Maldonado		1,83	0,56	1,82	0,34
Cuaterros		1,69	0,82	2,57	0,12
Promedio		1,77	0,77	2,44	0,15
Desv. estandar		0,12	0,10	0,28	0,09
Rango		1,61-1,88	0,56-0,85	1,82-2,61	0,09-0,34
Setiembre	Boya 24	1,57	0,75	2,27	0,17
	Cloacas	1,52	0,81	2,39	0,14
	White	1,56	0,80	2,43	0,13
	Galván	1,63	0,79	2,41	0,14
	Maldonado	1,82	0,69	2,15	0,18
	Cuaterros	1,47	0,73	2,15	0,19
	Promedio	1,60	0,76	2,30	0,16
	Desv. estandar	0,12	0,05	0,13	0,03
	Rango	1,47-1,82	0,69-0,81	2,15-2,43	0,13-0,19
	Octubre	Boya 24	1,31	0,79	2,27
Cloacas		1,43	0,79	2,28	0,15
White		1,56	0,78	2,34	0,15
Galván		1,38	0,70	2,04	0,20
Canal Galván		1,16	0,81	2,20	0,16
Maldonado		1,40	0,81	2,38	0,11
Cuaterros		1,20	0,82	2,28	0,13
Promedio		1,35	0,79	2,26	0,15
Desv. estandar		0,14	0,04	0,11	0,03
Rango		1,16-1,56	0,70-0,82	2,04-2,38	0,11-0,20

Cont. Tabla IV

Noviembre	Boya 24	—	—	—	—
	Cloacas	1,26	0,76	2,16	0,16
	White	1,31	0,75	2,12	0,19
	Galván	1,47	0,71	2,10	0,20
	Maldonado	1,66	0,85	2,58	0,10
	Cuaterros	1,15	0,68	1,84	0,24
	Promedio	1,37	0,75	2,16	0,18
	Desv. estandar	0,20	0,06	0,27	0,05
Rango	1.15-1.66	0,71-0,85	1,84-2,58	0,10-0,24	
Diciembre	Boya 24	1,08	0,56	1,52	0,62
	Cloacas	0,99	0,69	1,77	0,73
	White	1,58	0,67	2,05	0,79
	Galván	1,06	0,55	1,44	0,57
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	1,30	0,72	2,04	0,80
	Cuaterros	1,21	0,94	2,49	0,91
	Promedio	1,20	0,69	1,89	0,74
	Desv. estandar	0,22	0,14	0,39	0,12
	Rango	0,99-1,58	0,55-0,94	1,44-2,49	0,57-0,91

Tabla V. MICROZOOPLANCTON. Número de taxones (S), Abundancia (N) y Biomasa en carbono (B)

MICROZOOPLANCTON				
Año 2007	Ests. Muestreo	S	N (N° ind l ⁻¹)	B (µg l ⁻¹)
Enero	Boya 24	10	1.240,00	9,77
	Cloacas	13	1.260,00	6,13
	White	11	2.440,00	12,71
	Galván	11	4.760,00	39,33
	Maldonado	14	2.580,00	38,90
	Cuatreros	13	3.000,00	29,69
	Promedio	12,00	2.546,67	22,76
	<i>Desv. estandar</i>	1,55	1.302,29	1.302,29
	<i>Rango</i>	10-14	1.240,00-3.000,00	6,13-39,33
Febrero	Boya 24	—	—	—
	Cloacas	15	3120	10,12
	White	16	3.520,00	9,41
	Galván	19	3.000,00	35,11
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	12	2.060,00	6,57
	Cuatreros	16	2.280,00	27,92
	Promedio	15,60	2.796,00	17,83
	<i>Desv. estandar</i>	2,51	608,01	12,82
<i>Rango</i>	12-19	2.060,00-3.000,00	6,57-35,11	
Marzo	Boya 24	13	1.500,00	23,47
	Cloacas	13	2.880,00	9,92
	White	16	3.620,00	24,96
	Galván	9	2.120,00	20,31
	Maldonado	12	1.380,00	8,78
	Cuatreros	9	1.100,00	52,83
	Promedio	12,00	2.100,00	23,38
	<i>Desv. estandar</i>	2,68	979,55	15,96
	<i>Rango</i>	9-16	1.100,00-3.620,00	8,78-52,83
Abril	Boya 24	13	2.060,00	8,80
	Cloacas	12	3.180,00	4,65
	White	15	4.780,00	152,22
	Galván	13	2.820,00	14,42
	Canal Galván	12	2.000,00	10,04
	Maldonado	15	2.340,00	10,50
	Cuatreros	10	1.620,00	15,92
	Promedio	12,86	2.685,71	30,93
	<i>Desv. estandar</i>	1,77	1061,87	53,61
<i>Rango</i>	10-15	1.620,00-4.780,00	4,651-52,22	
Mayo	Boya 24	6	900,00	1,52
	Cloacas	9	1.420,00	5,89
	White	16	2.800,00	14,40
	Galván	11	1.760,00	16,55
	Maldonado	6	900,00	3,49
	Cuatreros	14	2.560,00	10,20
	Promedio	10,33	1.723,33	8,68
	<i>Desv. estandar</i>	4,13	813,43	6,05
	<i>Rango</i>	6-16	900,00-2.800,00	1,52-16,55

Cont. Tabla V

Junio	Boya 24	8	1.060,00	19,87
	Cloacas	9	1.640,00	65,02
	White	10	1.240,00	26,01
	Galván	10	1.300,00	55,01
	Canal Galván	8	900,00	11,84
	Maldonado	9	1.040,00	39,69
	Cuaterros	11	1.200,00	60,02
	Promedio	9,29	1.197,14	39,64
	Desv. estandar	1,11	238,17	20,99
Rango	8-11	900,00-1.640,00	11,84-65,02	
Julio	Boya 24	11	1.360,00	57,92
	Cloacas	14	2.980,00	172,28
	White	13	6.280,00	164,89
	Galván	15	7.780,00	362,47
	Maldonado	19	10.860,00	7,27
	Cuaterros	16	10.420,00	736,73
	Promedio	14,67	6.613,33	250,26
	Desv. estandar	2,73	3.867,71	267,82
	Rango	11-19	1.360,00-10.860,00	7,27-736,73
Agosto	Boya 24	6	3.640,00	36,48
	Cloacas	12	1.240,00	27,89
	White	10	1.760,00	16,65
	Galván	10	1.720,00	13,40
	Canal Galván	6	880,00	16,15
	Maldonado	8	1.020,00	14,79
	Cuaterros	15	1.700,00	25,53
	Promedio	9,57	1.708,57	21,56
	Desv. estandar	3,26	923,17	8,60
Rango	6-15	880,00-3.640,00	13,40-36,48	
Setiembre	Boya 24	5	2.460,00	2,96
	Cloacas	8	1.820,00	9,42
	White	11	2.080,00	6,57
	Galván	9	1.060,00	86,60
	Maldonado	8	1.040,00	0,04
	Cuaterros	9	2.120,00	12,38
	Promedio	8,33	1.763,33	19,66
	Desv. estandar	1,97	588,89	33,09
	Rango	5-11	1.040,00-2.460,00	0,04-86,60
Octubre	Boya 24	7	1.260,00	3,85
	Cloacas	5	1.160,00	2,75
	White	10	1.340,00	46,58
	Galván	8	1.300,00	20,96
	Canal Galván	9	1.280,00	49,69
	Maldonado	10	1.620,00	22,75
	Cuaterros	6	1.000,00	4,74
	Promedio	7,86	1.280,00	21,62
	Desv. estandar	1,95	188,33	19,87
Rango	5-10	1.000,00-1.620,00	2,75-49,69	

Cont. Tabla V

Noviembre	Boya 24	—	—	—
	Cloacas	9	1.040,00	7,85
	White	15	1.920,00	11,42
	Galván	15	2.500,00	18,16
	Maldonado	10	1.960,00	15,65
	Cuaterros	13	1.300,00	30,28
	Promedio	12,40	1.744,00	16,67
	Desv. estandar	2,79	579,21	8,57
Rango	9-15	1.040,00-2.500,00	7,85-30,28	
Diciembre	Boya 24	7	860,00	19,46
	Cloacas	15	1.160,00	17,79
	White	14	1.320,00	15,46
	Galván	14	1.140,00	13,34
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	13	880,00	23,27
	Cuaterros	18	1.280,00	1,80
	Promedio	13,50	1.106,67	15,18
Desv. estandar	3,62	195,82	7,39	
Rango	7-18	860,00-1.280,00	1,80-23,27	

Tabla VI. MICROZOOPLANCTON. Indices de diversidad de Margalef (d), de equitatividad (J'), de diversidad de Shannon- Wiener (H') y de dominancia de Simpson (1949) (Lambda)

MICROZOOPLANCTON					
Año 2007	Ests. Muestreo	d	J'	H'	Lambda
Enero	Boya 24	0,89	2,05	0,15	0,85
	Cloacas	0,87	2,24	0,15	0,85
	White	0,91	2,18	0,13	0,87
	Galván	0,80	1,93	0,19	0,81
	Maldonado	0,82	2,16	0,14	0,86
	Cuaterros	0,82	2,11	0,16	0,84
	Promedio	0,85	2,11	0,15	0,85
	<i>Desv. estandar</i>	<i>0,04</i>	<i>0,11</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>
	Rango	0,80-0,89	1,93-2,24	0,13-0,19	0,81-0,86
Febrero	Boya 24	—	—	—	—
	Cloacas	1,74	0,71	1,93	0,21
	White	1,84	0,84	2,32	0,12
	Galván	2,25	0,86	2,54	0,10
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	1,44	0,83	2,07	0,16
	Cuaterros	1,94	0,84	2,32	0,13
	Promedio	1,84	0,82	2,24	0,14
	<i>Desv. estandar</i>	<i>0,29</i>	<i>0,06</i>	<i>0,24</i>	<i>0,04</i>
Rango	1,44-2,25	0,71-0,86	1,93-2,54	0,10-0,21	
Marzo	Boya 24	1,64	0,85	2,18	0,14
	Cloacas	1,51	0,81	2,07	0,16
	White	1,83	0,63	1,75	0,33
	Galván	1,04	0,90	1,97	0,16
	Maldonado	1,52	0,86	2,14	0,15
	Cuaterros	1,14	0,91	2,01	0,16
	Promedio	1,45	0,83	2,02	0,18
	<i>Desv. estandar</i>	<i>0,30</i>	<i>0,10</i>	<i>0,15</i>	<i>0,07</i>
	Rango	1,04-1,83	0,63-0,91	1,75-2,14	0,14-0,33
Abril	Boya 24	1,57	0,84	2,14	0,17
	Cloacas	1,36	0,40	1,00	0,62
	White	1,65	0,65	1,76	0,32
	Galván	1,51	0,86	2,20	0,14
	Canal Galván	1,45	0,86	2,14	0,14
	Maldonado	1,80	0,91	2,45	0,10
	Cuaterros	1,22	0,84	1,93	0,18
	Promedio	1,51	0,76	1,95	0,24
	<i>Desv. estandar</i>	<i>0,19</i>	<i>0,18</i>	<i>0,47</i>	<i>0,18</i>
Rango	1,22-1,80	0,65-0,91	1,00-2,45	0,10-0,62	
Mayo	Boya 24	0,74	0,80	1,44	0,29
	Cloacas	1,10	0,74	1,63	0,27
	White	1,89	0,81	2,23	0,15
	Galván	1,34	0,84	2,01	0,17
	Maldonado	0,74	0,81	1,45	0,28
	Cuaterros	1,66	0,80	2,10	0,14
	Promedio	1,24	0,80	1,81	0,22
	<i>Desv. estandar</i>	<i>0,48</i>	<i>0,03</i>	<i>0,35</i>	<i>0,07</i>
	Rango	0,74-1,89	0,74-0,84	1,44-2,23	0,14-0,29

Cont. Tabla VI

Junio	Boya 24	1,00	0,86	1,78	0,21
	Cloacas	1,08	0,74	1,62	0,27
	White	1,26	0,82	1,89	0,19
	Galván	1,26	0,79	1,83	0,22
	Canal Galván	1,03	0,94	1,96	0,15
	Maldonado	1,15	0,84	1,84	0,20
	Cuaterros	1,41	0,78	1,87	0,23
	Promedio	1,17	0,82	1,83	0,21
	Desv. estandar	0,15	0,07	0,11	0,03
	Rango	1,00-1,41	0,74-0,94	1,62-1,96	0,15-0,27
Julio	Boya 24	1,39	0,84	2,01	0,17
	Cloacas	1,63	0,58	1,54	0,42
	White	1,37	0,47	1,22	0,52
	Galván	1,56	0,67	1,82	0,25
	Maldonado	1,94	0,53	1,56	0,36
	Cuaterros	1,62	0,35	0,98	0,64
	Promedio	1,58	0,58	1,52	0,39
	Desv. estandar	0,19	0,15	0,34	0,16
	Rango	1,37-1,94	0,35-0,84	0,98-2,01	0,17-0,64
	Agosto	Boya 24	0,61	0,59	1,05
Cloacas		1,54	0,91	2,25	0,12
White		1,20	0,75	1,72	0,23
Galván		1,21	0,85	1,95	0,19
Canal Galván		0,74	0,96	1,72	0,19
Maldonado		1,01	0,77	1,61	0,26
Cuaterros		1,88	0,84	2,26	0,14
Promedio		1,17	0,81	1,79	0,23
Desv. estandar		0,44	0,12	0,42	0,12
Rango		0,61-1,88	0,59-0,96	1,05-2,26	0,12-0,49
Setiembre	Boya 24	0,51	0,30	0,49	0,78
	Cloacas	0,93	0,73	1,52	0,34
	White	1,31	0,83	1,99	0,18
	Galván	1,15	0,89	1,95	0,18
	Maldonado	1,01	0,88	1,83	0,20
	Cuaterros	1,04	0,73	1,60	0,31
	Promedio	0,99	0,73	1,56	0,33
	Desv. estandar	0,27	0,22	0,56	0,23
	Rango	0,51-1,31	0,30-0,89	0,49-1,99	0,18-0,78
	Octubre	Boya 24	0,84	0,58	1,14
Cloacas		0,57	0,75	1,21	0,34
White		1,25	0,76	1,76	0,24
Galván		0,98	0,42	0,86	0,65
Canal Galván		1,12	0,60	1,31	0,45
Maldonado		1,22	0,54	1,24	0,45
Cuaterros		0,72	0,41	0,74	0,68
Promedio		0,96	0,58	1,18	0,47
Desv. estandar		0,26	0,14	0,33	0,15
Rango		0,57-1,25	0,41-0,76	0,74-1,31	0,24-0,68

Cont. Tabla VI

Noviembre	Boya 24	—	—	—	—
	Cloacas	1,15	0,69	1,51	0,36
	White	1,85	0,85	2,31	0,13
	Galván	1,79	0,88	2,38	0,11
	Maldonado	1,19	0,81	1,87	0,18
	Cuaterros	1,67	0,78	2,01	0,20
	Promedio	1,53	0,80	2,02	0,20
	<i>Desv. estandar</i>	<i>0,34</i>	<i>0,07</i>	<i>0,35</i>	<i>0,10</i>
	Rango	1,15-1,85	0,69-0,88	1,51-2,38	0,11-0,36
Diciembre	Boya 24	0,89	0,91	1,76	0,19
	Cloacas	1,98	0,87	2,36	0,13
	White	1,81	0,90	2,36	0,12
	Galván	1,85	0,91	2,41	0,10
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	1,77	0,94	2,40	0,10
	Cuaterros	2,38	0,92	2,65	0,09
	Promedio	1,78	0,91	2,33	0,12
	<i>Desv. estandar</i>	<i>0,49</i>	<i>0,02</i>	<i>0,30</i>	<i>0,04</i>
	Rango	0,89-2,38	0,87-0,94	1,76-2,65	0,09-0,19

Tabla VII. MESOZOOPLANCTON. Número de taxones (S), Abundancia (N) y Biomasa en peso húmedo (B)

MESOZOOPLANCTON				
Año 2007	Ests. Muestreo	S	N (N° ind m⁻³)	B (mg m⁻³)
Enero	Boya 24	10	613,04	16,39
	Cloacas	10	682,92	17,65
	White	13	1.984,60	48,55
	Galván	11	2.077,66	46,37
	Maldonado	16	5.487,27	138,84
	Cuaterros	16	3.003,59	69,72
	Promedio	12,67	2.308,18	56,25
	Desv. estandar	2,80	1.803,50	45,25
	Rango	11-16	613,04-5.487,27	16,39-138,84
Febrero	Boya 24	—	—	—
	Cloacas	12	1.749,82	44,73
	White	18	2.124,71	48,69
	Galván	14	3.032,26	95,93
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	15	3.991,76	133,94
	Cuaterros	19	6.704,23	139,46
	Promedio	15,60	3.520,56	92,55
	Desv. estandar	2,88	1.979,91	45,10
Rango	12-19	1.749,82-6.704,23	44,73-139,46	
Marzo	Boya 24	12	89,93	3,08
	Cloacas	9	100,17	3,40
	White	13	162,15	5,36
	Galván	11	660,39	15,32
	Maldonado	6	712,73	19,48
	Cuaterros	11	585,26	12,53
	Promedio	10,33	385,11	9,86
	Desv. estandar	2,50	297,05	6,89
	Rango	6-13	89,93-712,73	3,08-19,48
Abril	Boya 24	10	1.520,04	32,29
	Cloacas	14	3.068,70	38,55
	White	10	1.061,82	41,38
	Galván	10	1.410,34	42,06
	Canal Galván	10	490,78	20,35
	Maldonado	8	713,72	33,11
	Cuaterros	12	1.076,45	32,20
	Promedio	10,57	1334,55	34,28
	Desv. estandar	1,90	845,16	7,45
Rango	8-14	490,78-3.068,70	20,35-42,06	
Mayo	Boya 24	17	370,97	7,56
	Cloacas	8	66,67	2,63
	White	7	113,86	6,04
	Galván	5	735,18	40,28
	Maldonado	10	117,05	6,39
	Cuaterros	12	99,76	7,93
	Promedio	9,83	250,58	11,80
	Desv. estandar	4,26	261,70	14,07
	Rango	5-17	66,67-735,18	2,63-40,28

Cont. Tabla VII

Junio	Boya 24	10	53,54	7,97
	Cloacas	13	21,77	0,03
	White	11	110,28	12,07
	Galván	14	28,07	6,08
	Canal Galván	9	30,55	2,78
	Maldonado	18	94,04	9,89
	Cuaterros	16	819,37	6,11
	Promedio	13,00	165,37	6,42
	Desv. estandar	0,75	264,99	5,45
Rango	9-18	28,07-819,37	0,03-12,07	
Julio	Boya 24	13	42,56	1,77
	Cloacas	13	27,47	2,68
	White	12	291,14	12,75
	Galván	14	509,85	12,98
	Maldonado	13	450,80	10,94
	Cuaterros	14	688,68	13,77
	Promedio	13,17	335,08	9,15
	Desv. estandar	0,75	264,99	5,45
	Rango	12-14	27,47-688,68	1,77-13,77
Agosto	Boya 24	10	43,45	1,40
	Cloacas	15	61,36	1,69
	White	17	287,86	9,37
	Galván	12	1.141,46	21,64
	Canal Galván	12	1.659,19	39,01
	Maldonado	13	1.914,53	80,16
	Cuaterros	9	2.891,69	86,62
	Promedio	12,57	1.142,79	34,27
	Desv. estandar	2,76	1.082,42	36,04
Rango	9-17	43,45-2.891,69	1,40-86,62	
Setiembre	Boya 24	10	38,52	0,62
	Cloacas	10	129,38	3,48
	White	9	1.753,42	45,22
	Galván	9	5.722,20	144,82
	Maldonado	7	19.001,51	600,48
	Cuaterros	8	17.782,85	451,47
	Promedio	8,83	7.404,65	207,68
	Desv. estandar	1,17	8.765,28	256,37
	Rango	7-10	38,52-19.001,51	0,62-600,48
Octubre	Boya 24	12	158,81	8,83
	Cloacas	8	18,81	1,64
	White	17	45,87	2,28
	Galván	14	36,58	3,67
	Canal Galván	11	47,17	2,77
	Maldonado	16	56,07	17,98
	Cuaterros	7	26,58	2,52
	Promedio	12,14	55,70	5,67
	Desv. estandar	3,80	47,22	5,94
Rango	7-17	18,81-158,81	1,64-17,98	

Cont. Tabla VII

Noviembre	Boya 24	—	—	—
	Cloacas	15	279,92	10,55
	White	12	131,45	5,48
	Galván	18	441,81	10,21
	Maldonado	7	299,85	6,25
	Cuaterros	7	132,10	5,97
	Promedio	11,80	257,03	7,69
	Desv. estandar	4,87	130,27	2,47
	Rango	7-18	131,45-441,81	5,48-10,55
Diciembre	Boya 24	9	424,02	12,63
	Cloacas	14	62,18	6,14
	White	19	502,95	18,85
	Galván	15	666,27	24,75
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	13	1.253,19	40,94
	Cuaterros	8	996,68	29,87
	Promedio	13,00	650,88	22,20
	Desv. estandar	4,05	424,85	12,47
Rango	8-19	62,18-1.253,19	6,14-40,94	

Tabla VIII. MESOZOOPLANCTON. Indices de diversidad de Margalef (d), de equitatividad (J'), de diversidad de Shannon- Wiener (H') y de dominancia de Simpson (1949) (Lambda)

MESOZOOPLANCTON					
Año 2007	Ests. Muestreo	d	J'	H'	Lambda
Enero	Boya 24	1,40	0,53	1,21	0,37
	Cloacas	1,38	0,51	1,18	0,37
	White	1,58	0,25	0,64	0,72
	Galván	1,31	0,26	0,63	0,72
	Maldonado	1,74	0,17	0,46	0,81
	Cuaterros	1,87	0,21	0,58	0,76
	Promedio	1,55	0,32	0,78	0,63
	<i>Desv. estandar</i>	0,22	0,16	0,33	0,20
	Rango	1,31-1,87	0,17-0,53	0,46-1,21	0,37-0,81
Febrero	Boya 24	—	—	—	—
	Cloacas	1,47	0,15	0,37	0,84
	White	2,22	0,12	0,36	0,85
	Galván	1,62	0,11	0,30	0,88
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	1,69	0,14	0,39	0,84
	Cuaterros	2,04	0,13	0,37	0,87
	Promedio	1,81	0,13	0,36	0,85
	<i>Desv. estandar</i>	0,31	0,01	0,03	0,02
Rango	1,47-2,22	0,11-0,15	0,30-0,39	0,84-0,88	
Marzo	Boya 24	2,44	0,16	0,40	0,84
	Cloacas	1,74	0,15	0,33	0,85
	White	2,36	0,20	0,50	0,79
	Galván	1,54	0,06	0,14	0,95
	Maldonado	0,76	0,07	0,13	0,96
	Cuaterros	1,57	0,09	0,22	0,93
	Promedio	1,74	0,12	0,29	0,89
	<i>Desv. estandar</i>	0,62	0,06	0,15	0,07
	Rango	0,76-2,36	0,06-0,20	0,13-0,50	0,79-0,96
Abril	Boya 24	1,23	0,17	0,40	0,83
	Cloacas	1,74	0,12	0,33	0,87
	White	1,29	0,02	0,05	0,99
	Galván	1,24	0,02	0,05	0,99
	Canal Galván	1,45	0,07	0,15	0,95
	Maldonado	1,07	0,03	0,07	0,98
	Cuaterros	1,58	0,03	0,06	0,98
	Promedio	1,37	0,07	0,16	0,94
	<i>Desv. estandar</i>	0,23	0,06	0,15	0,06
Rango	1,07-1,74	0,02-0,17	0,05-0,40	0,83-0,99	
Mayo	Boya 24	2,70	0,13	0,36	0,85
	Cloacas	1,67	0,24	0,51	0,72
	White	1,27	0,41	0,79	0,49
	Galván	0,61	0,26	0,42	0,78
	Maldonado	1,89	0,24	0,56	0,77
	Cuaterros	2,39	0,24	0,60	0,72
	Promedio	1,75	0,25	0,54	0,72
	<i>Desv. estandar</i>	0,76	0,09	0,15	0,12
	Rango	0,61-2,70	0,13-0,26	0,36-0,79	0,49-0,78

Cont. Tabla VIII

Junio	Boya 24	2,26	0,53	1,21	0,33
	Cloacas	3,90	0,58	1,49	0,22
	White	2,13	0,49	1,16	0,37
	Galván	3,90	0,60	1,58	0,23
	Canal Galván	2,34	0,68	1,49	0,27
	Maldonado	3,74	0,56	1,62	0,25
	Cuaterros	2,24	0,21	0,59	0,75
	Promedio	2,93	0,52	1,31	0,35
	<i>Desv. estandar</i>	0,86	0,15	0,36	0,19
	Rango	2,13-3,90	0,21-0,68	0,59-1,62	0,22-0,75
Julio	Boya 24	3,20	0,52	1,33	0,35
	Cloacas	3,62	0,42	1,08	0,49
	White	1,94	0,53	1,32	0,31
	Galván	2,09	0,48	1,28	0,32
	Maldonado	1,96	0,54	1,38	0,28
	Cuaterros	1,99	0,49	1,29	0,32
	Promedio	2,47	0,50	1,28	0,35
	<i>Desv. estandar</i>	0,75	0,04	0,11	0,07
	Rango	1,94-3,62	0,42-0,54	1,08-1,38	0,28-0,49
	Agosto	Boya 24	2,39	0,43	0,99
Cloacas		3,40	0,44	1,19	0,34
White		2,83	0,30	0,84	0,47
Galván		1,56	0,08	0,19	0,93
Canal Galván		1,48	0,31	0,77	0,60
Maldonado		1,59	0,25	0,65	0,64
Cuaterros		1,00	0,24	0,53	0,73
Promedio		2,04	0,29	0,74	0,59
<i>Desv. estandar</i>		0,86	0,12	0,32	0,20
Rango		1,00-3,40	0,08-0,44	0,19-1,19	0,34-0,93
Setiembre	Boya 24	2,46	0,09	0,21	0,93
	Cloacas	1,85	0,05	0,11	0,97
	White	1,07	0,09	0,20	0,92
	Galván	0,92	0,12	0,26	0,90
	Maldonado	0,61	0,07	0,14	0,95
	Cuaterros	0,72	0,06	0,13	0,96
	Promedio	1,27	0,08	0,17	0,94
	<i>Desv. estandar</i>	0,73	0,03	0,06	0,03
	Rango	0,61-2,46	0,05-0,12	0,11-0,26	0,92-0,96
	Octubre	Boya 24	2,17	0,19	0,46
Cloacas		2,39	0,59	1,23	0,32
White		4,18	0,40	1,14	0,40
Galván		3,61	0,42	1,11	0,41
Canal Galván		2,59	0,43	1,02	0,45
Maldonado		3,73	0,20	0,57	0,74
Cuaterros		1,83	0,38	0,74	0,65
Promedio		2,93	0,37	0,90	0,53
<i>Desv. estandar</i>		0,90	0,14	0,30	0,18
Rango		1,83-4,18	0,19-0,59	0,46-1,14	0,32-0,76

Cont. Tabla VIII

Noviembre	Boya 24	—	—	—	—
	Cloacas	2,48	0,29	0,80	0,56
	White	2,25	0,13	0,33	0,84
	Galván	2,79	0,19	0,55	0,67
	Maldonado	1,05	0,23	0,45	0,78
	Cuaterros	1,23	0,31	0,60	0,61
	Promedio	1,96	0,23	0,55	0,69
	Desv. estandar	0,78	0,07	0,17	0,12
	Rango	1,05-2,79	0,13-0,29	0,33-0,80	0,56-0,84
Diciembre	Boya 24	1,32	0,12	0,26	0,91
	Cloacas	3,15	0,31	0,81	0,58
	White	2,89	0,19	0,56	0,73
	Galván	2,15	0,25	0,66	0,67
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	1,68	0,21	0,53	0,71
	Cuaterros	1,01	0,06	0,13	0,96
	Promedio	2,04	0,19	0,49	0,76
	Desv. estandar	0,86	0,09	0,25	0,14
	Rango	1,01-3,15	0,06-0,31	0,13-0,81	0,67-0,96

Tabla IX. MACROZOOPLANCTON. Número de taxones (S), Abundancia (N) y Biomasa en peso húmedo (B)

MACROZOOPLANCTON				
Año 2007	Ests. Muestreo	S	N (N° ind m ⁻³)	B (mg m ⁻³)
Enero	Boya 24	4	1,18	0,91
	Cloacas	11	3,07	2,76
	White	10	4,07	2,54
	Galván	7	1,07	3,05
	Maldonado	15	8,86	11,48
	Cuatreros	14	29,49	12,19
	Promedio	10	7,96	5,49
	<i>Desv. estandar</i>	4,17	10,92	4,98
	<i>Rango</i>	4-15	1,07-29,49	0,91-12,19
Febrero	Boya 24	—	—	—
	Cloacas	4	5,54	0,65
	White	6	4,90	1,18
	Galván	11	5,99	4,97
	Canal Galván	11	13,96	26,08
	Maldonado	16	28,60	10,07
	Cuatreros	—	—	—
	Promedio	9,60	11,80	8,59
	<i>Desv. estandar</i>	4,72	10,09	10,48
<i>Rango</i>	4-16	4,90-28,60	0,65-26,08	
Marzo	Boya 24	6	0,22	0,43
	Cloacas	6	0,80	0,58
	White	9	0,66	0,50
	Galván	8	0,58	0,70
	Maldonado	11	2,98	3,67
	Cuatreros	10	1,17	0,96
	Promedio	8,33	1,07	1,14
	<i>Desv. estandar</i>	2,07	0,99	1,25
	<i>Rango</i>	6-10	0,22-2,98	0,43-3,67
Abril	Boya 24	8	0,98	0,14
	Cloacas	13	1,75	3,02
	White	8	0,46	0,36
	Galván	4	0,10	0,07
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	2	0,06	0,04
	Cuatreros	3	0,06	0,00
	Promedio	6,33	0,57	0,60
	<i>Desv. estandar</i>	4,13	0,68	1,19
<i>Rango</i>	2-13	0,06-1,75	0,00-3,02	
Mayo	Boya 24	5	3,70	3,99
	Cloacas	5	4,98	8,13
	White	7	3,62	5,60
	Galván	5	2,62	3,93
	Maldonado	8	2,21	4,08
	Cuatreros	8	1,46	3,84
	Promedio	6,33	3,10	4,93
	<i>Desv. estandar</i>	1,51	1,26	1,70
	<i>Rango</i>	5-8	1,46-4,98	3,84-8,13

Cont. Tabla IX

Junio	Boya 24	3	0,53	1,42
	Cloacas	3	0,26	1,06
	White	4	1,09	1,14
	Galván	3	0,26	0,24
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	4	0,20	0,27
	Cuaterros	2	0,12	0,08
	Promedio	3,17	0,41	0,70
	Desv. estandar	0,75	0,36	0,57
	Rango	2-4	0,12-1,09	0,08-1,42
Julio	Boya 24	2	0,17	0,29
	Cloacas	2	0,16	0,51
	White	4	0,10	0,16
	Galván	2	0,04	0,24
	Maldonado	1	0,02	0,05
	Cuaterros	3	0,09	0,23
	Promedio	2,33	0,10	0,25
	Desv. estandar	1,03	0,06	0,15
	Rango	1-4	0,02-0,17	0,05-0,51
	Agosto	Boya 24	2	0,26
Cloacas		4	0,20	1,63
White		2	0,59	10,50
Galván		0	0,00	0,17
Canal Galván		—	—	—
Maldonado		0	0,00	0,00
Cuaterros		0	0,14	0,49
Promedio		1,33	0,20	2,41
Desv. estandar		1,63	0,22	4,03
Rango		2-4	0,00-0,59	0,00-10,50
Setiembre	Boya 24	5	0,19	0,00
	Cloacas	3	0,68	0,84
	White	4	1,07	1,38
	Galván	4	1,56	1,08
	Maldonado	3	0,57	0,25
	Cuaterros	5	1,56	1,20
	Promedio	4,00	0,94	0,79
	Desv. estandar	0,89	0,56	0,55
	Rango	3-5	0,57-1,56	0,00-1,38
	Octubre	Boya 24	9	11,37
Cloacas		6	3,06	8,80
White		6	6,18	3,82
Galván		6	3,18	2,99
Canal Galván		—	—	—
Maldonado		7	2,54	3,52
Cuaterros		7	3,05	5,72
Promedio		6,83	4,90	10,93
Desv. estandar		1,17	3,43	14,74
Rango		6-9	2,54-11,37	3,52-40,70

Cont. Tabla IX

Noviembre	Boya 24	—	—	—
	Cloacas	11	10,85	9,05
	White	10	3,17	3,52
	Galván	8	5,32	7,13
	Maldonado	4	1,16	1,92
	Cuaterros	8	3,86	5,20
	Promedio	8,20	4,87	5,36
	Desv. estandar	2,68	3,66	2,83
Rango	4-11	1,16-10,85	1,92-9,05	
Diciembre	Boya 24	16	4,09	8,92
	Cloacas	13	13,41	32,85
	White	14	9,52	19,87
	Galván	13	12,75	43,17
	Canal Galván	—	—	—
	Maldonado	13	44,54	139,69
	Cuaterros	8	301,86	3.660,21
	Promedio	12,83	64,36	650,78
	Desv. estandar	2,64	117,22	1.475,06
	Rango	8-16	4,09-301,86	8,92-3.660,21

Tabla X. MACROZOOPLANCTON. Indices de diversidad de Margalef (d), de equitatividad (J'), de diversidad de Shannon- Wiener (H') y de dominancia (Lambda)

MACROZOOPLANCTON					
Año 2007	Ests. Muestreo	d	J'	H'	Lambda
Enero	Boya 24	23,80	0,84	1,36	0,00
	Cloacas	9,82	0,64	1,59	0,02
	White	7,12	0,57	1,36	0,19
	Galván	104,91	0,70	1,47	0,00
	Maldonado	6,87	0,41	1,15	0,44
	Cuatreros	4,14	0,42	1,13	0,52
	Promedio	26,11	0,60	1,34	0,20
	<i>Desv. estandar</i>	39,23	0,17	0,18	0,23
	Rango	4,14-104,91	0,41-0,84	1,13-1,59	0,00-0,52
Febrero	Boya 24	—	—	—	—
	Cloacas	2,92	0,20	0,36	0,83
	White	4,40	0,16	0,33	0,85
	Galván	6,14	0,65	1,61	0,18
	Canal Galván	4,17	0,65	1,62	0,19
	Maldonado	4,77	0,38	1,09	0,53
	Cuatreros	—	—	—	—
	Promedio	4,48	0,41	1,00	0,52
	<i>Desv. estandar</i>	1,16	0,23	0,63	0,33
Rango	2,92-6,14	0,16-0,65	0,33-1,62	0,18-0,85	
Marzo	Boya 24	0,00	0,98	1,75	0,00
	Cloacas	0,00	0,87	1,70	0,00
	White	0,00	0,71	1,56	0,00
	Galván	0,00	0,86	1,88	0,00
	Maldonado	9,17	0,90	2,15	0,00
	Cuatreros	64,04	0,77	1,84	0,00
	Promedio	12,20	0,85	1,81	0,00
	<i>Desv. estandar</i>	25,66	0,09	0,20	0,00
	Rango	0,00-64,04	0,71-0,98	1,56-2,15	0,00
Abril	Boya 24	0,00	0,81	1,67	0,00
	Cloacas	21,44	0,92	2,37	0,00
	White	0,00	0,93	2,04	0,00
	Galván	0,00	1,00	1,61	0,00
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	0,00	0,92	0,64	0,00
	Cuatreros	0,00	1,00	0,69	0,00
	Promedio	3,57	0,93	1,50	0,00
	<i>Desv. estandar</i>	8,75	0,07	0,71	0,00
Rango	0,00-21,44	0,81-1,00	0,64-2,37	0,00-0,00	
Mayo	Boya 24	3,06	0,48	0,77	0,48
	Cloacas	2,49	0,72	1,16	0,19
	White	4,66	0,66	1,29	0,09
	Galván	4,15	0,91	1,46	0,00
	Maldonado	8,83	0,76	1,59	0,00
	Cuatreros	18,50	0,74	1,54	0,00
	Promedio	6,95	0,71	1,30	0,13
	<i>Desv. estandar</i>	6,08	0,14	0,30	0,19
	Rango	2,49-18,50	0,48-0,91	0,77-1,59	0,00-0,48

Cont. Tabla X

Junio	Boya 24	0,00	0,80	0,88	0,00
	Cloacas	0,00	1,00	1,10	0,00
	White	34,81	0,89	1,24	0,00
	Galván	0,00	0,75	0,83	0,00
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	0,00	0,84	1,16	0,00
	Cuaterros	0,00	1,00	0,69	0,00
	Promedio	5,80	0,88	0,98	0,00
	Desv. estandar	14,21	0,10	0,21	0,00
	Rango	0,00-34,81	0,75-1,00	0,69-1,24	0,00-0,00
Julio	Boya 24	0,00	0,79	0,55	0,00
	Cloacas	0,00	0,54	0,38	0,00
	White	0,00	0,96	1,33	0,00
	Galván	—	1,00	0,69	—
	Maldonado	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cuaterros	0,00	1,00	1,10	0,00
	Promedio	0,00	0,72	0,67	0,00
	Desv. estandar	0,00	0,39	0,48	0,00
	Rango	0,00-0,00	0,00-1,00	0,00-1,33	0,00-0,00
	Agosto	Boya 24	0,00	0,71	0,49
Cloacas		0,00	0,68	0,94	0,00
White		0,00	0,91	0,63	0,00
Galván		0,00	0,00	0,00	0,00
Canal Galván		—	—	—	—
Maldonado		0,00	0,00	0,00	0,00
Cuaterros		0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio		0,00	0,38	0,34	0,00
Desv. estandar		0,00	0,43	0,40	0,00
Rango		0,00-0,00	0,00-0,91	0,00-0,94	0,00-0,00
Setiembre	Boya 24	0,00	0,91	1,46	0,00
	Cloacas	0,00	0,98	1,08	0,00
	White	47,37	0,53	0,73	0,00
	Galván	6,77	0,26	0,36	0,58
	Maldonado	0,00	0,33	0,37	0,00
	Cuaterros	8,98	0,17	0,28	0,72
	Promedio	10,52	0,53	0,71	0,22
	Desv. estandar	18,47	0,34	0,47	0,34
	Rango	0,00-47,37	0,17-0,98	0,28-1,46	0,00-0,72
	Octubre	Boya 24	3,29	0,26	0,57
Cloacas		4,47	0,42	0,75	0,51
White		2,75	0,42	0,76	0,50
Galván		4,33	0,45	0,80	0,42
Canal Galván		—	—	—	—
Maldonado		6,44	0,86	1,66	0,00
Cuaterros		5,38	0,60	1,17	0,12
Promedio		4,44	0,50	0,95	0,38
Desv. estandar		1,35	0,20	0,40	0,27
Rango		2,75-6,44	0,26-0,86	0,57-1,66	0,00-0,73

Cont. Tabla X

Noviembre	Boya 24	—	—	—	—
	Cloacas	4,19	0,25	0,60	0,74
	White	7,79	0,39	0,91	0,47
	Galván	4,78	0,57	1,25	0,27
	Maldonado	20,24	0,26	0,36	0,00
	Cuatreros	5,18	0,40	0,84	0,49
	Promedio	8,44	0,37	0,79	0,40
	<i>Desv. estandar</i>	6,74	0,13	0,34	0,28
	Rango	4,19-20,24	0,25-0,57	0,36-1,25	0,00-0,74
Diciembre	Boya 24	10,65	0,67	1,86	-0,04
	Cloacas	4,62	0,40	1,04	0,50
	White	5,77	0,23	0,62	0,76
	Galván	4,71	0,18	0,47	0,81
	Canal Galván	—	—	—	—
	Maldonado	3,16	0,11	0,27	0,90
	Cuatreros	1,23	0,34	0,70	0,57
	Promedio	5,02	0,32	0,83	0,58
	<i>Desv. estandar</i>	3,17	0,20	0,56	0,34
Rango	1,23-10,65	0,11-0,67	0,27-1,86	0,04-0,90	

Enero 2007

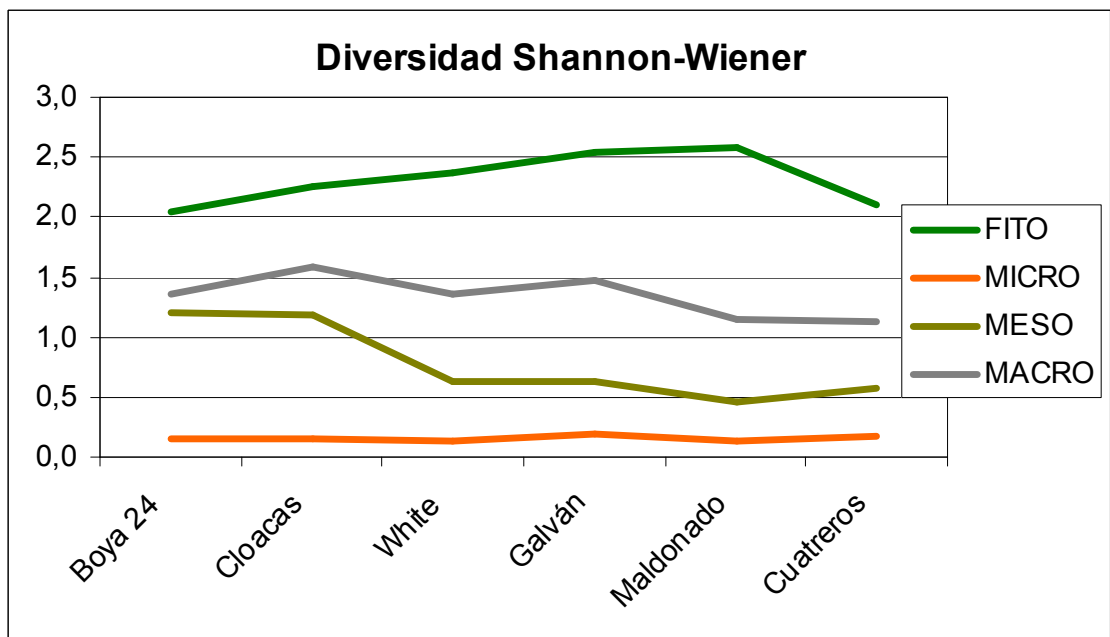
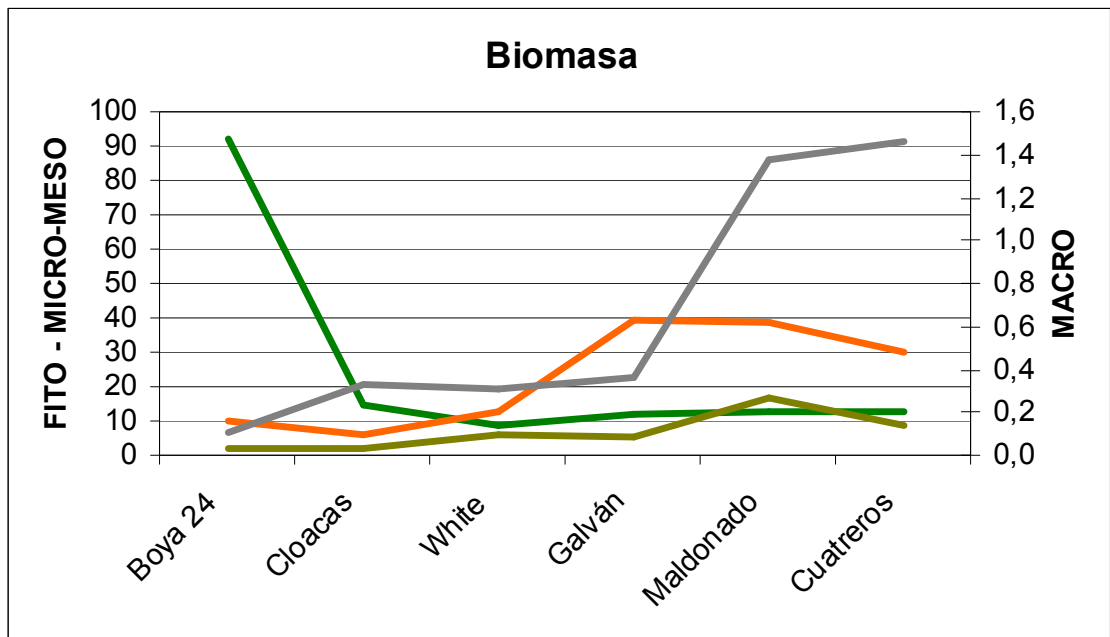


Figura I

Febrero 2007

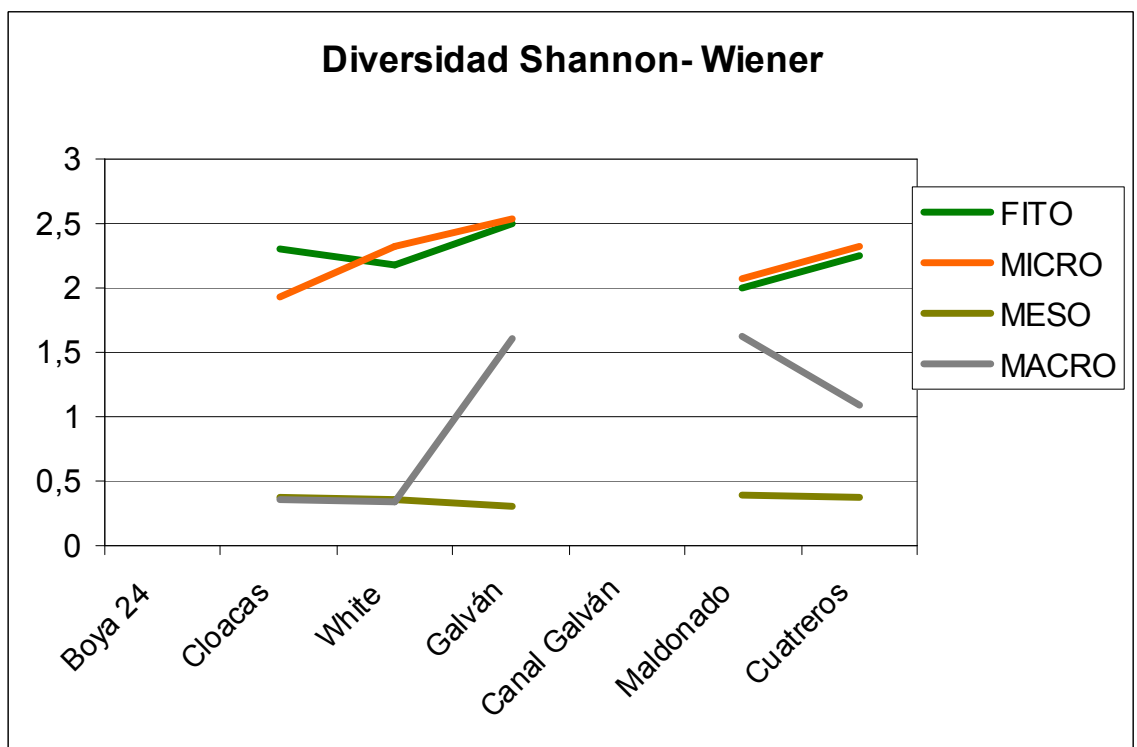
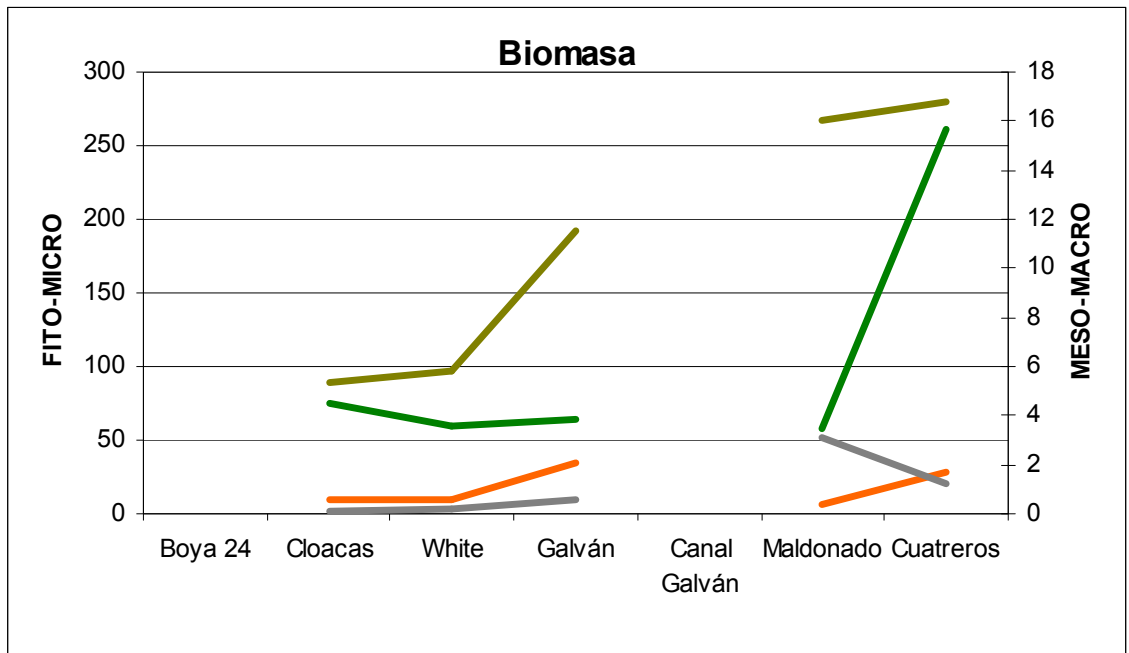


Figura II

Marzo 2007

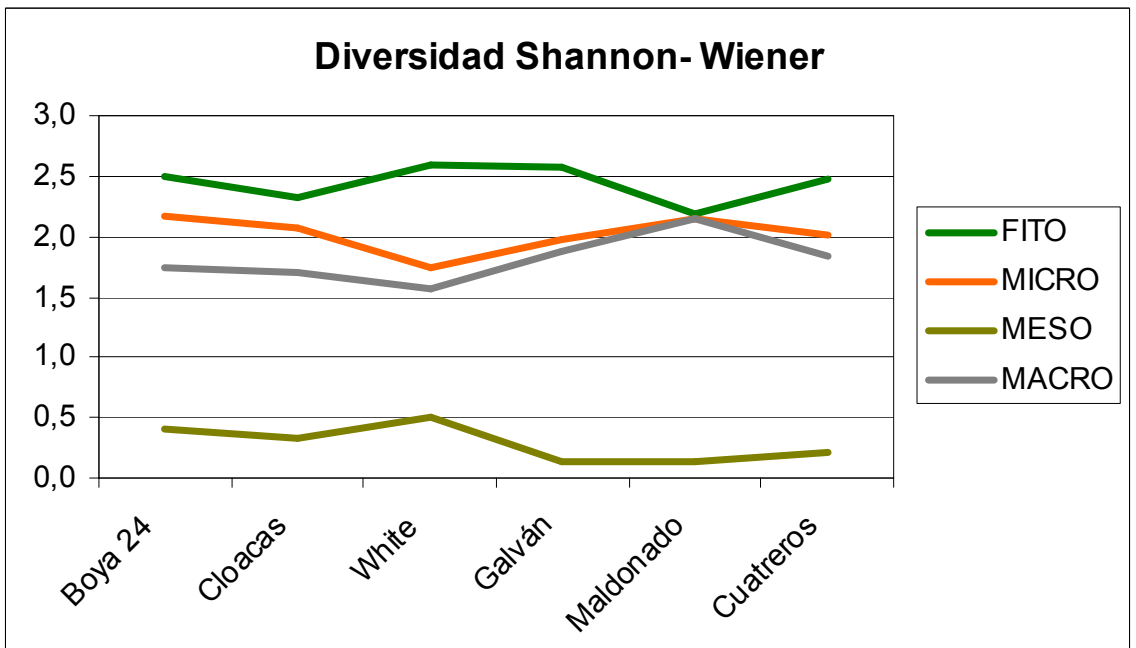
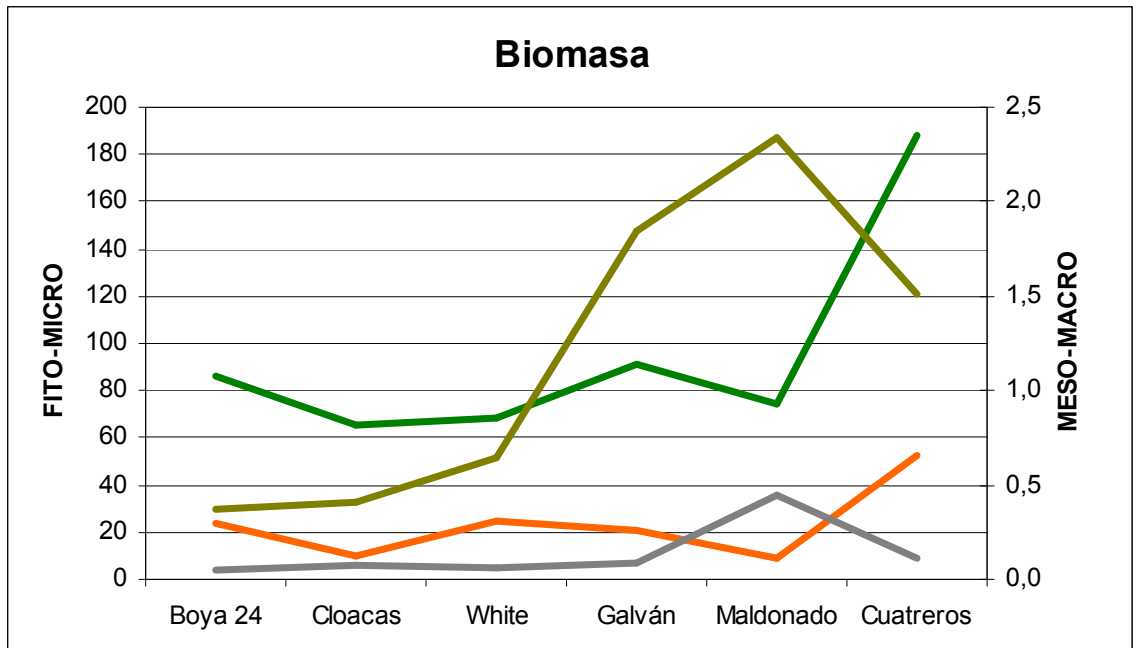


Figura III

Abril 2007

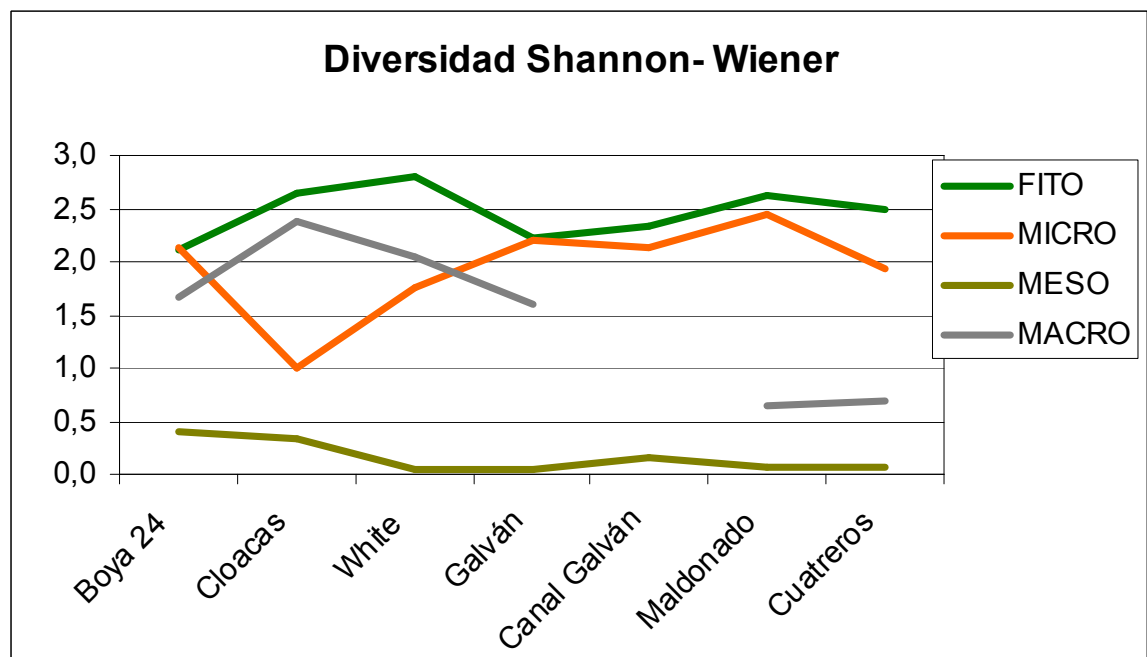
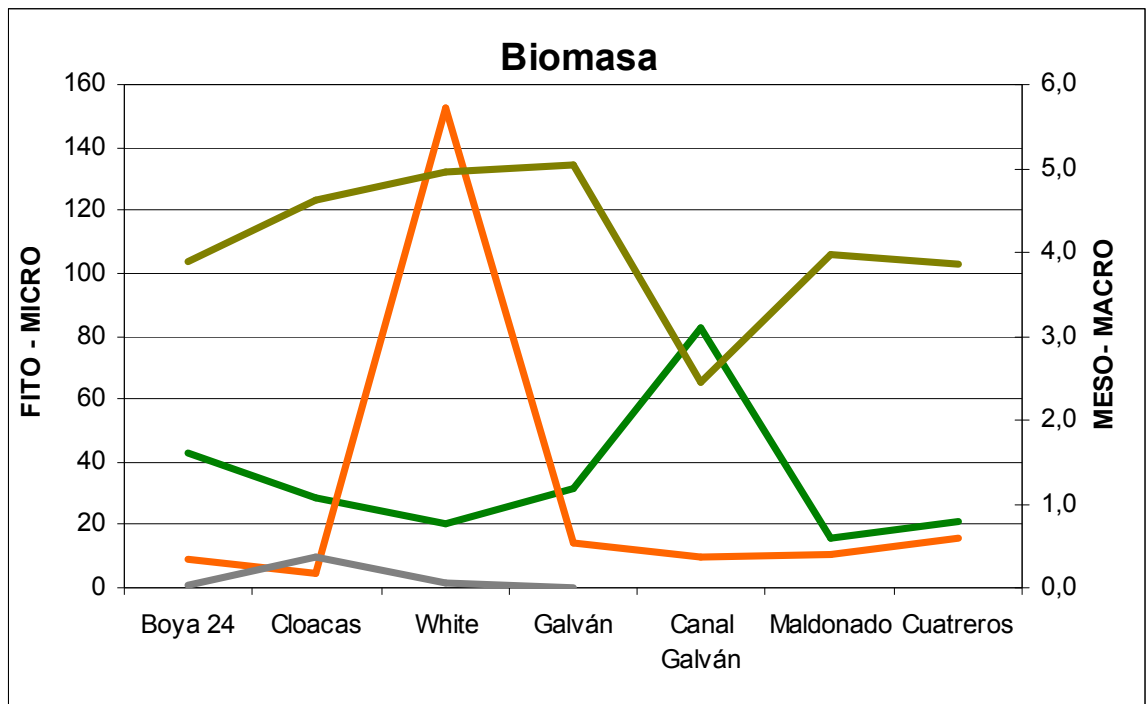


Figura IV

Mayo 2007

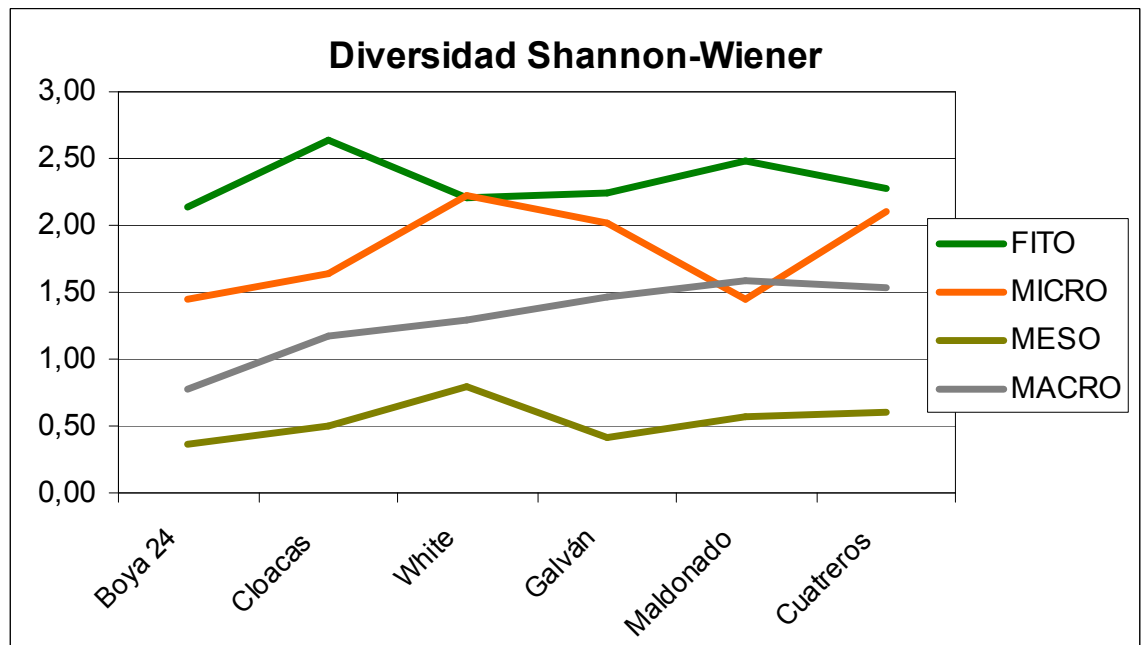
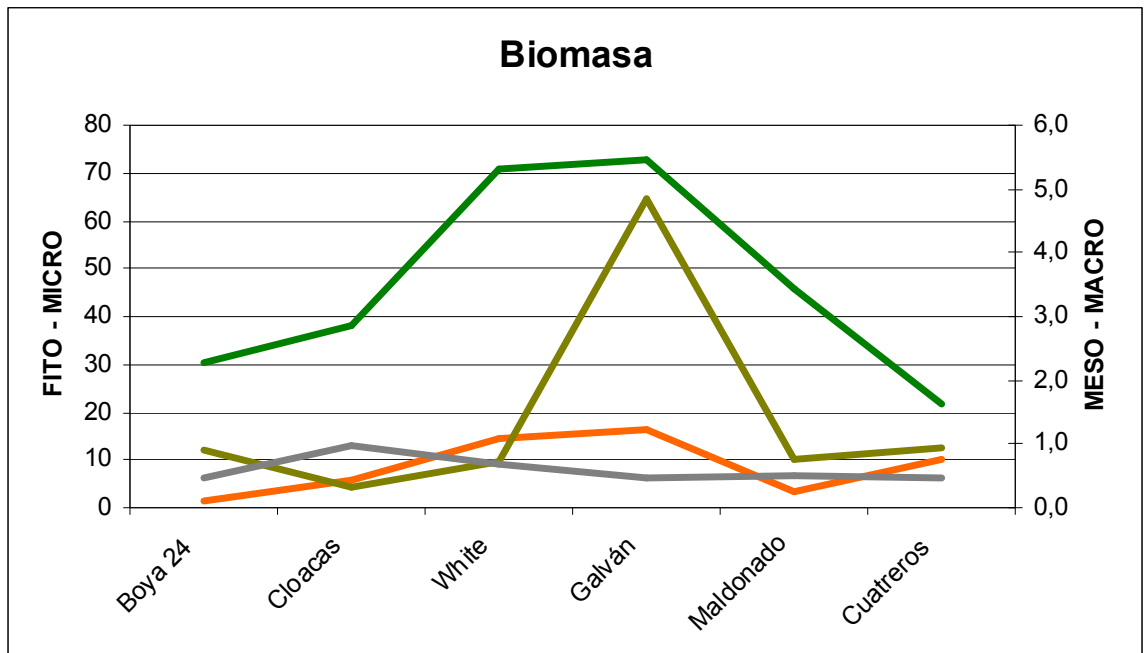


Figura V

Junio 2007

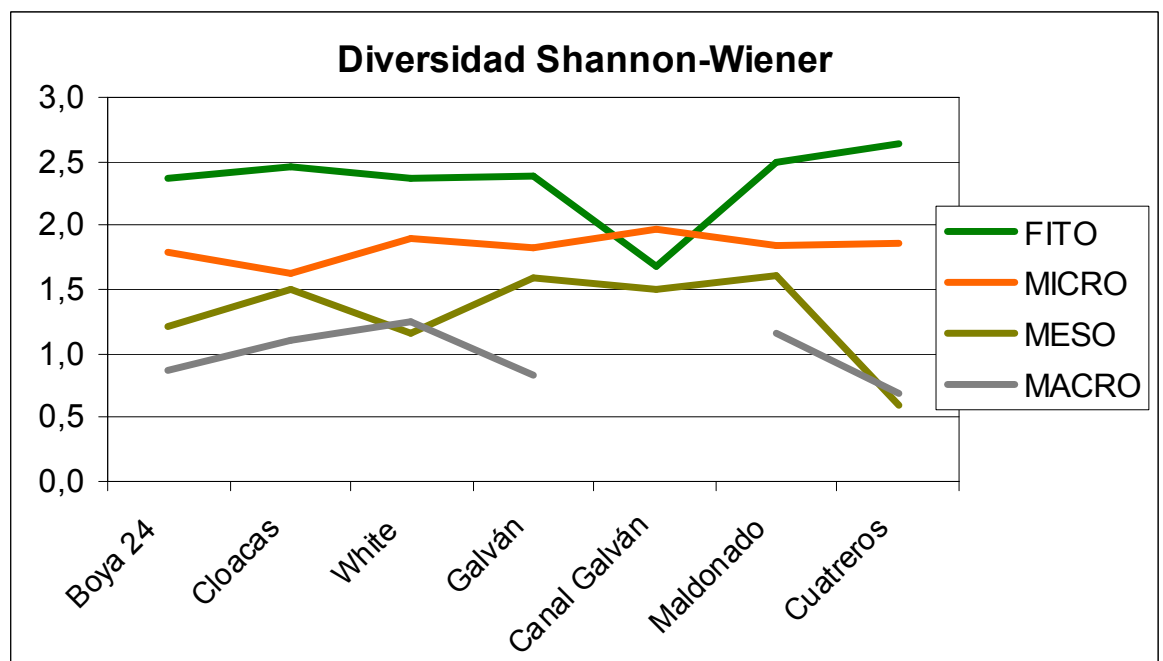
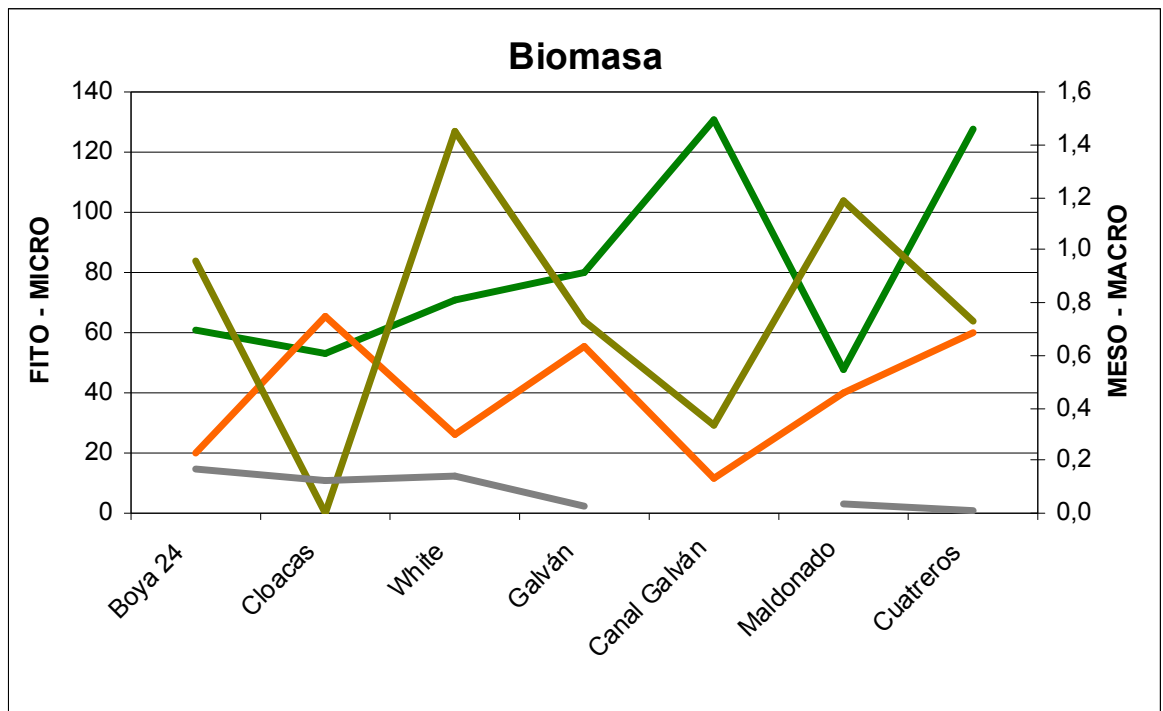


Figura VI

Julio 2007

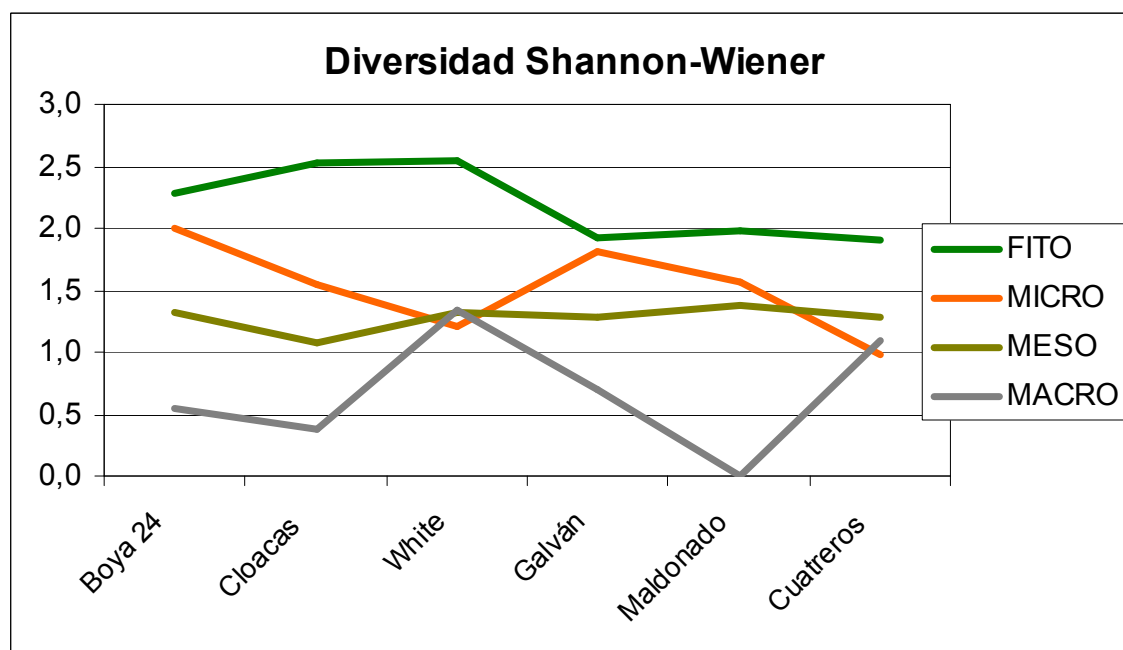
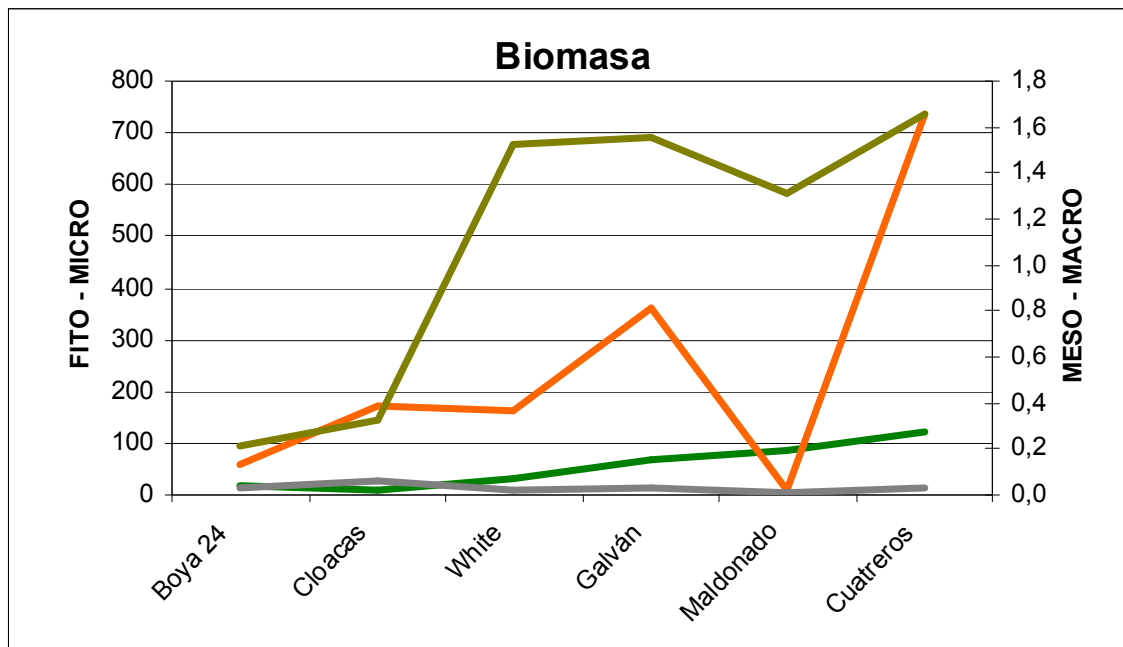


Figura VII

Agosto 2007

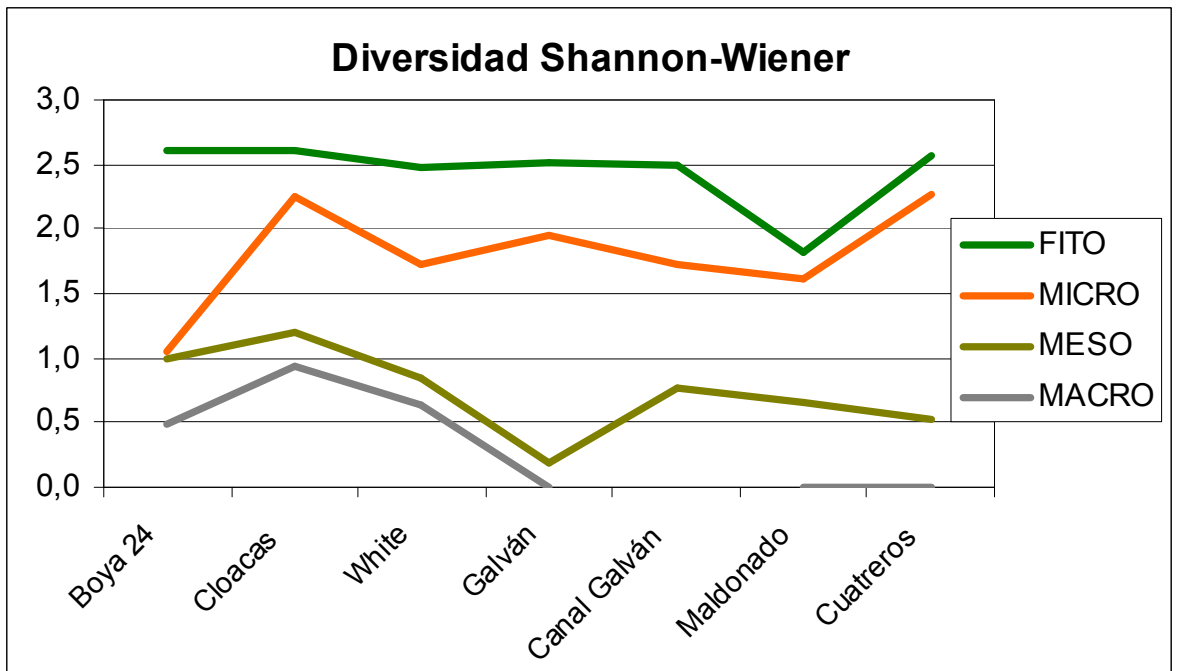
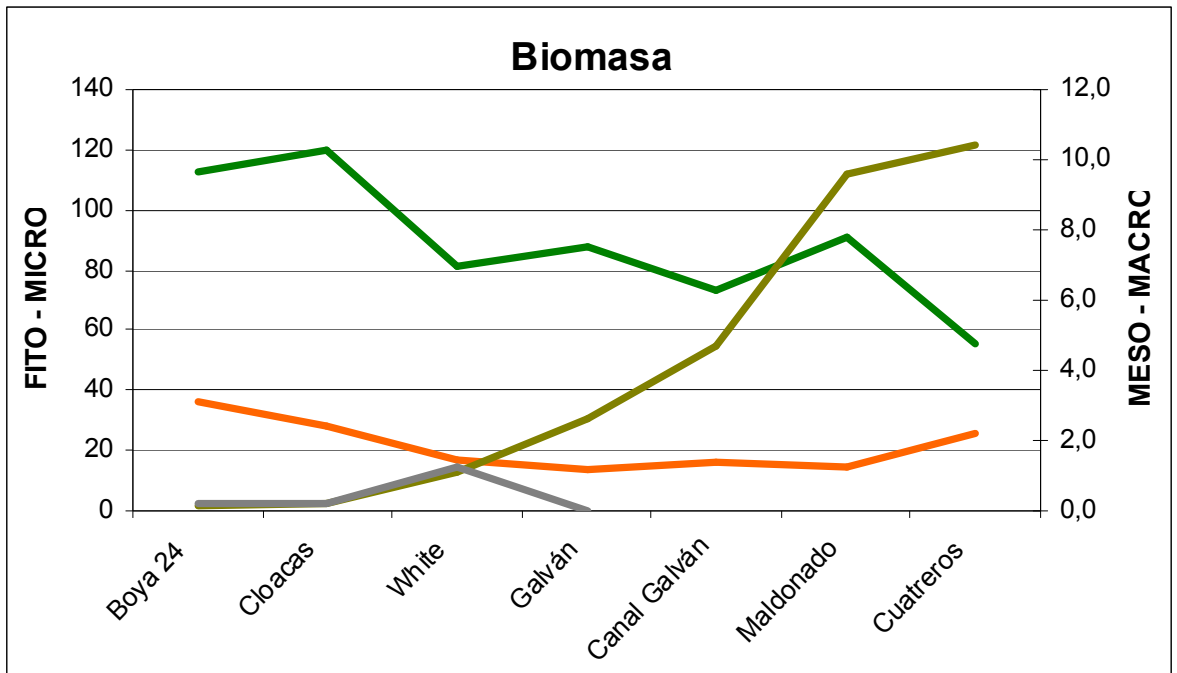


Figura VIII

Septiembre 2007

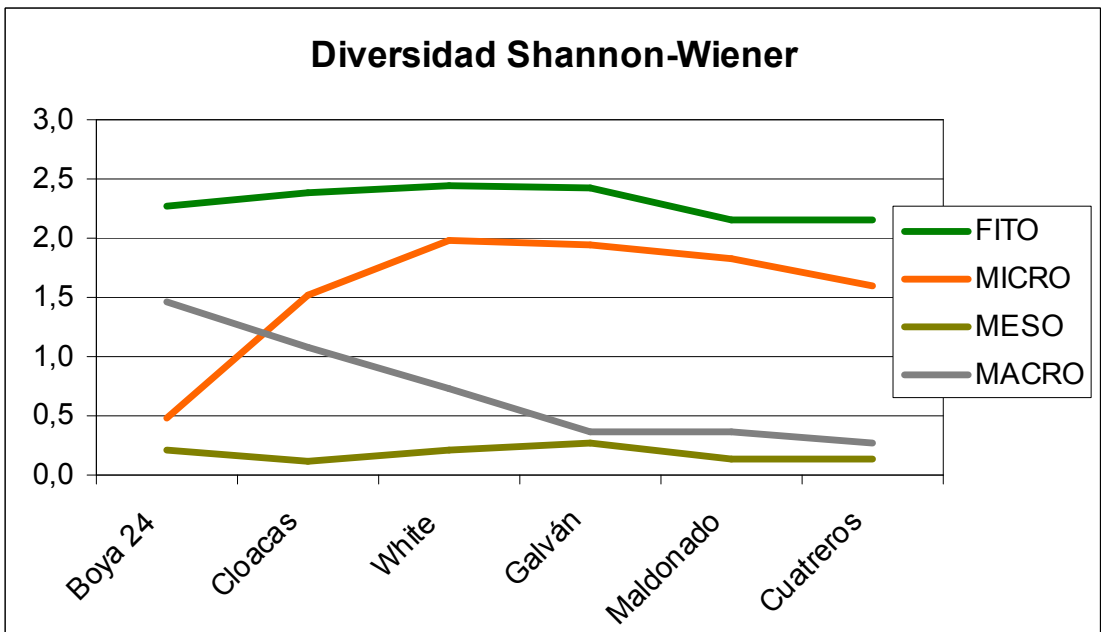
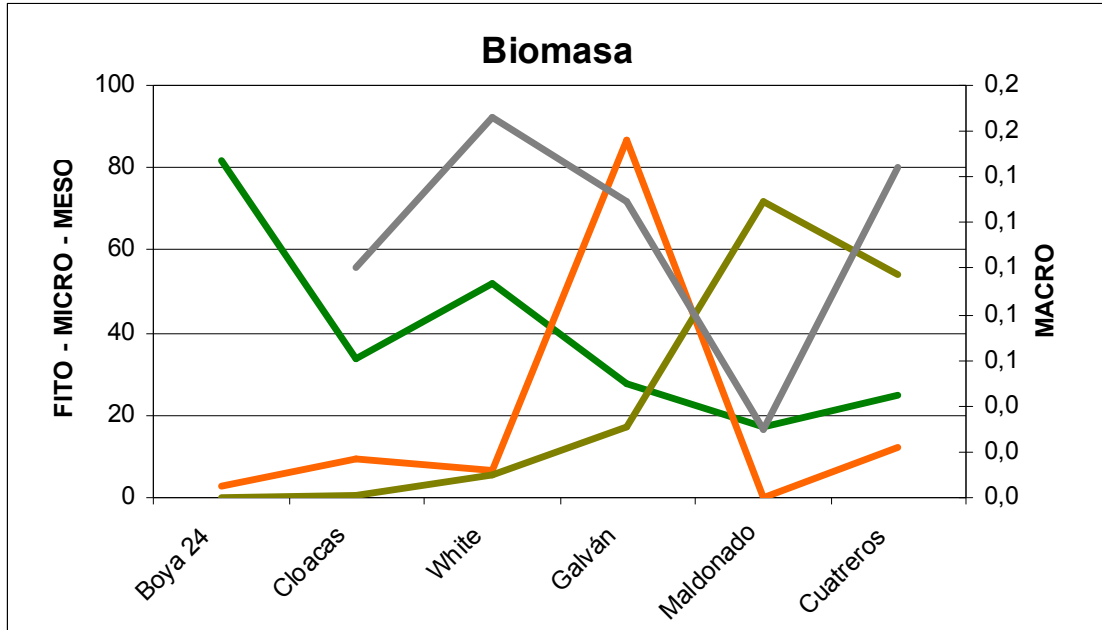


Figura IX

Octubre 2007

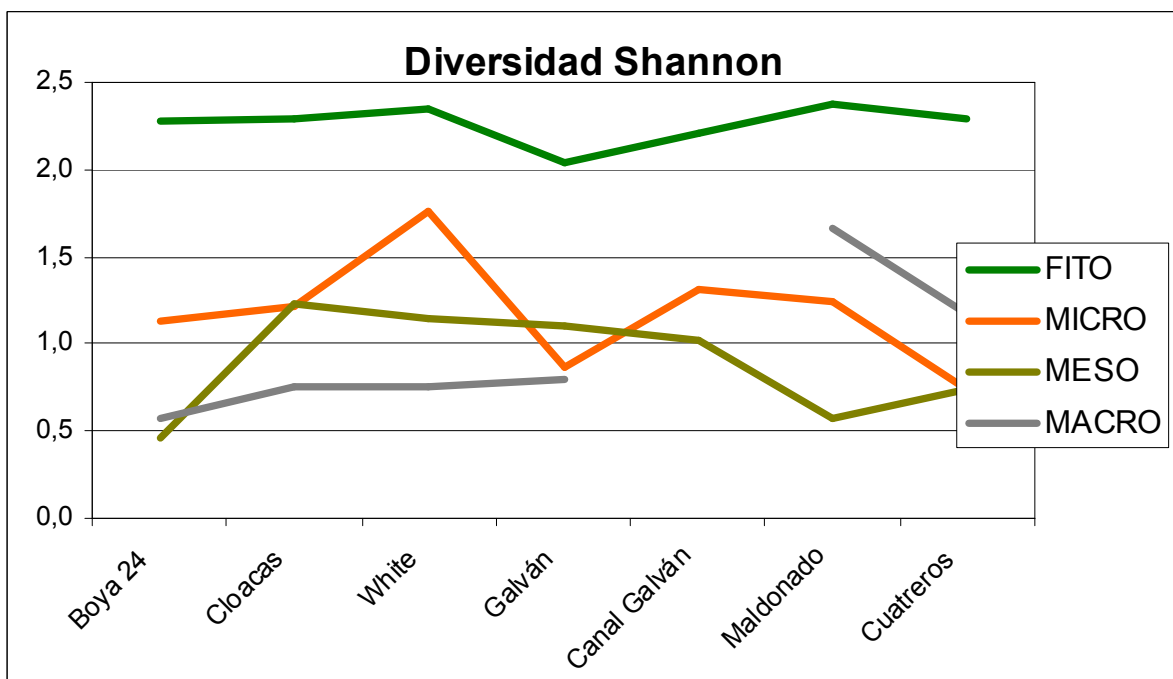
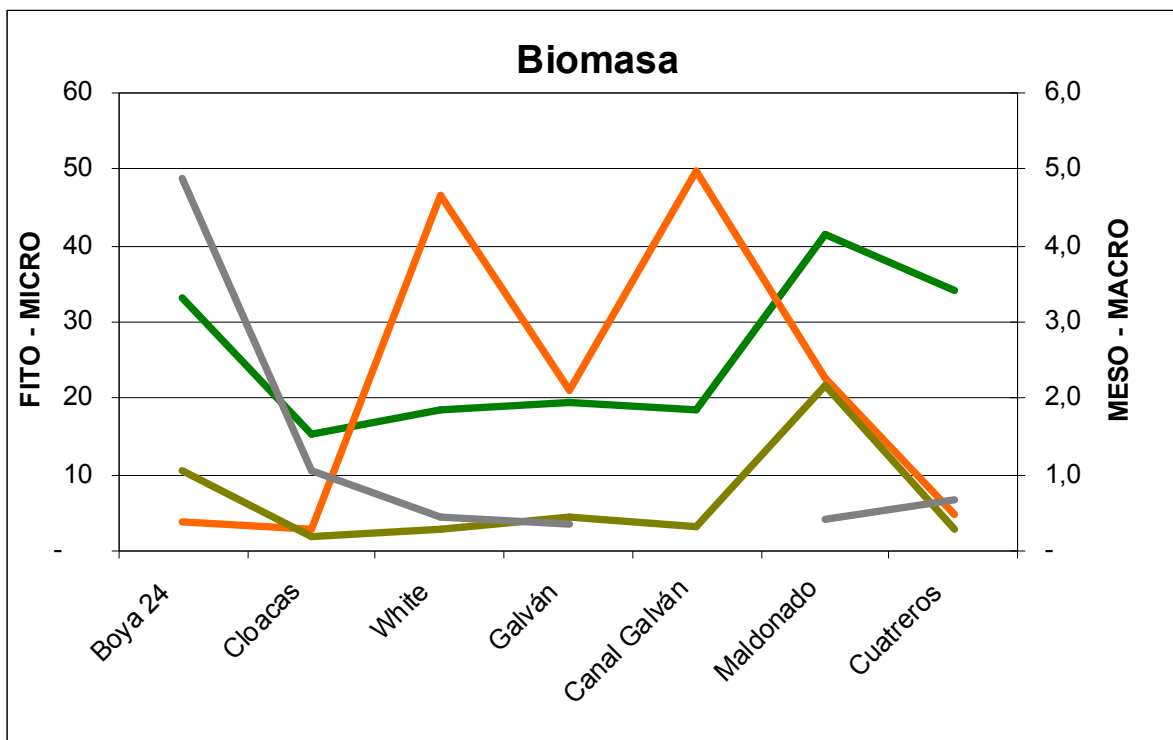


Figura X

Noviembre 2007

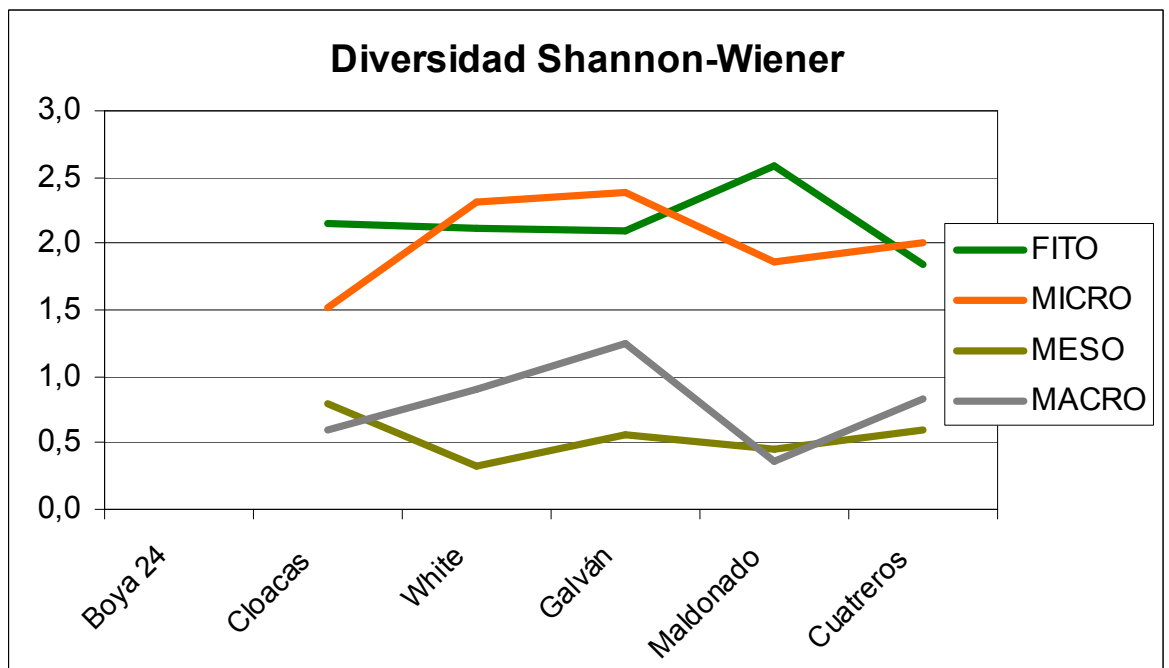
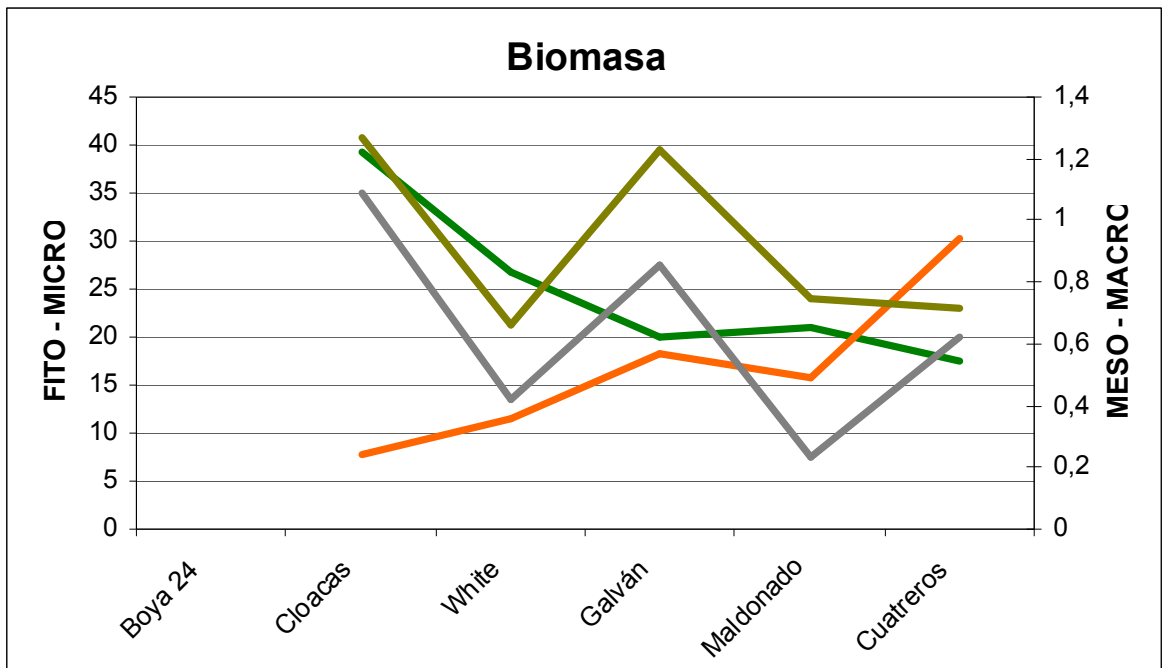


Figura XI

Diciembre 2007

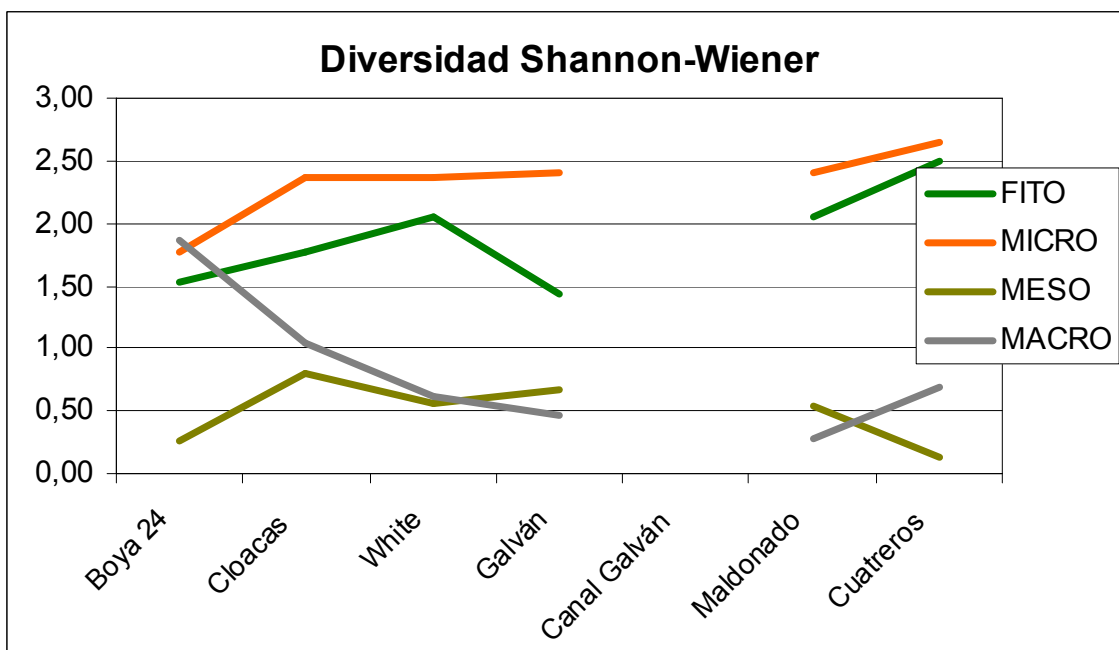
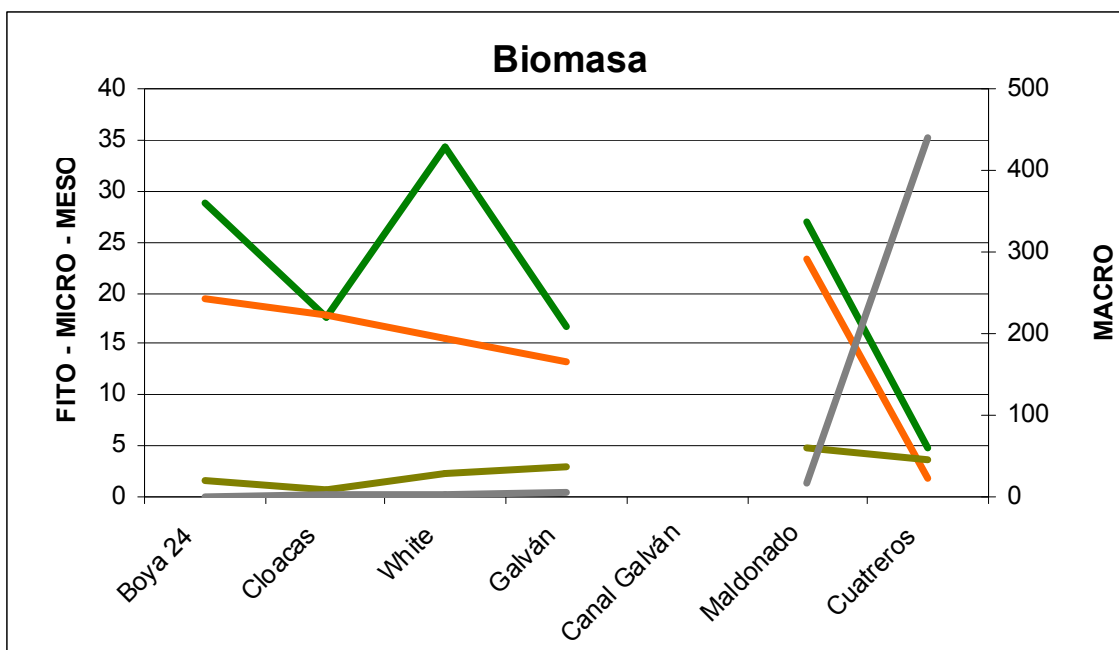


Figura XII