

ISSN 0327-9642

INIDEP Informe Técnico 50

Mayo 2003

**ESTUDIOS QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS
DEL RÍO BARADERO (ARGENTINA): CALIDAD SANITARIA DEL AGUA
Y APTITUD DE LOS PECES PARA CONSUMO HUMANO**

por

Marcela Costagliola, Graciela Seigneur y Verónica Jurquiza

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero - INIDEP
Mar del Plata, R. ARGENTINA

El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) es un organismo descentralizado del Estado, creado según Ley 21.673, sobre la base del ex Instituto de Biología Marina (IBM). Tiene por finalidad formular y ejecutar programas de investigación pura y aplicada relacionados con los recursos pesqueros, tanto en los ecosistemas marinos como de agua dulce. Se ocupa, además, de su explotación racional en todo el territorio nacional, de los factores económicos que inciden en la producción pesquera, del estudio de las condiciones ambientales y del desarrollo de nuevas tecnologías.

El INIDEP publica periódicamente las series **Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero**, **INIDEP Informe Técnico** e **INIDEP Documento Científico** y, en ocasiones, edita **Publicaciones Especiales INIDEP**.

Los trabajos que se publican en la serie **INIDEP Informe Técnico** incluyen temas dirigidos fundamentalmente al sector pesquero y tienen como objetivo la rápida difusión de la información científico-técnica. Se trata de trabajos descriptivos con mínima discusión y conclusiones muy acotadas. Se da preferencia a la publicación de las investigaciones que se realizan en el INIDEP. Son evaluados en su mayoría por investigadores que desarrollan sus actividades en el Instituto. Anualmente se publica un mínimo de cuatro números.

INIDEP, the National Institute for Fisheries Research and Development is a decentralized state agency created by Statute Law 21,673 on the basis of the former Institute of Marine Biology (IBM). The main objectives of INIDEP are to formulate and execute basic and applied research programmes related to fisheries resources in marine and freshwater ecosystems. Besides, it is in charge of their rational exploitation, of analyzing environmental and economic factors that have an incidence on fishery production and of developing new technologies.

Current INIDEP publications comprise three periodical series: **Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero**, **INIDEP Informe Técnico** and **INIDEP Documento Científico**. On occasions, **Publicaciones Especiales INIDEP** are edited.

The papers published in the **INIDEP Informe Técnico** series include subjects related to the fishing sector and are aimed at the rapid spreading of scientific and technical information. Works published in this series are basically descriptive. They include a short discussion and limited conclusions. Research conducted at INIDEP is given first priority. Review of the majority of papers is in charge of scientists working at INIDEP. A minimum of four issues are published annually.

Secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

Ing. Agr. Miguel S. Campos

A/C de la Dirección del INIDEP

Dr. Ramiro P. Sánchez

Miembros del Comité Editor

Consejo Editor

Dr. Jorge P. Castello (Fundación Universidad de Río Grande, Brasil)

Lic. Héctor D. Cordo (INIDEP, Argentina)

Lic. Elizabeth Errazti (UNMdP-INIDEP, Argentina)

Dr. Hans Lassen (Consejo Internacional para la Exploración del Mar-ICES, Dinamarca)

Dra. Vivian A. Lutz (CONICET-INIDEP, Argentina)

Dr. Gustavo J. Macchi (CONICET-INIDEP, Argentina)

Lic. M. Felisa Sánchez (INIDEP, Argentina)

Dr. Ramiro P. Sánchez (INIDEP, Argentina)

Dr. Otto C. Wöhler (INIDEP-CONICET, Argentina)

Editor Responsable

Dr. Enrique E. Boschi (CONICET-INIDEP, Argentina)

Editoras Asociadas

Dra. Rut Akselman (INIDEP, Argentina)

Lic. Susana I. Bezzi (INIDEP, Argentina)

Correctoras de Estilo

Dra. Claudia S. Bremec (CONICET-INIDEP, Argentina)

Dra. Marina E. Sabatini (CONICET-INIDEP, Argentina)

Deseamos canje con publicaciones similares
Desejamos permutar com as publicações congeneres
On prie l'échange des publications
We wish to establish exchange of publications
Austausch erwünscht

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO (INIDEP)

Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, ARGENTINA

Tel.: 54-223-486 2586; Fax: 54-223-486 1830; E-mail: c-editor@inidep.edu.ar

Impreso en Argentina - Printed in Argentine - ISSN 0327-9642



INIDEP Informe Técnico 50

Mayo 2003

ESTUDIOS QUÍMICOS Y BACTEREOLÓGICOS DEL RÍO BARADERO (ARGENTINA): CALIDAD SANITARIA DEL AGUA Y APTITUD DE LOS PECES PARA EL CONSUMO HUMANO*

por

Marcela Costagliola, Graciela Seigneur y Verónica Jurquiza

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero - INIDEP
Mar del Plata, R. ARGENTINA

Permitida la reproducción total o parcial mencionando la fuente.
ISSN 0327-9642

INIDEP Informe Técnico 50
Mayo 2003
Mar del Plata, República Argentina

Primera Impresión: 250 ejemplares

Diagramación e Impresión: Offset Vega
Bolívar 3715, B7600GEE - Mar del Plata

Resumida/indizada en: Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts (ASFA); Agrindex; INFOMARNAP; Marine, Oceanographic & Freshwater Resources; Wildlife Worldwide; Zoological Record.

ESTUDIOS QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL RÍO BARADERO (ARGENTINA): CALIDAD SANITARIA DEL AGUA Y APTITUD DE LOS PECES PARA CONSUMO HUMANO*

por

Marcela Costagliola¹, Graciela Seigneur y Verónica Jurquiza

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Paseo Victoria Ocampo N° 1,
Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina

¹ E-mail: mcosta@inidep.edu.ar

SUMMARY

Bacteriological and chemical studies in Baradero River (Argentina): Sanitary water quality and fish safety. As a result of an agreement subscribed by the Municipal Government of Baradero and the INIDEP, the sanitary quality of the Baradero River waters was studied and fish safety assessed. This paper deals with the results of five field surveys carried out between 1993 and 1997. Organochlorine and organophosphate pesticide residues, as well as traces of heavy metals were analyzed in 49 fish specimens and aerobic heterotrophic bacteria (AHB), total coliform bacteria (TC) and fecal coliform bacteria (FC) were counted out in 7 sampling stations placed on the coast and the riverbed. Alpha Hexachlorohexane, gamma Hexachlorohexane, beta Hexachlorohexane, Aldrin, Heptachlor epoxide, pp'DDE and Dieldrin were detected in fish tissues. The values of AHB found in different stations were not statistically different. The FC density on the coast was significantly greater than that found in the riverbed. *Enterobacter cloacae*, *Morganella morganii*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila* and Non-O1 *Vibrio cholerae* were identified. It is concluded that the current levels of heavy metals and pesticide residues in fish are not dangerous for the average consumer; nevertheless, further research is needed to assess the risk for groups with higher consumption rates, such as sport and subsistence fishers. On the other hand, there is microbiological pollution in the river owed to both, industrial wastewater and sewage discharges. The recorded bacterial stocks, pathogenic or potentially pathogenic, are susceptible to cause illnesses.

Key words: Pollution, pesticide residues, heavy metals, coliform bacteria, sanitary quality, Baradero river.

RESUMEN

Como resultado del convenio firmado entre la Municipalidad de Baradero y el INIDEP se estudió la calidad sanitaria de las aguas del río homónimo y se evaluó la aptitud de los peces para el consumo. Los resultados que aquí se presentan derivan de cinco campañas de investigación realizadas entre los años 1993 y 1997. Se analizaron residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados y trazas de metales pesados en 49 ejemplares de peces y se contabilizaron bacterias heterótrofas aerobias (BHA),

*Contribución INIDEP N° 1222

coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 7 estaciones de muestreo ubicadas en la costa y en el cauce del río. En el tejido muscular de los peces se detectaron residuos de alfa hexaclorohexano, gama hexaclorohexano, beta hexaclorohexano, Aldrin, heptacloroepóxido, pp'DDE y Dieldrin. Los valores de BHA no mostraron diferencias estadísticas entre estaciones. La densidad de CF fue significativamente mayor en la costa que en el cauce. Se identificaron *Enterobacter cloacae*, *Morganella morganii*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila* y *Vibrio cholerae* no O1. Se concluye que los niveles de metales pesados y residuos de biocidas no comprometen la aptitud para el consumo; sin embargo, deberían profundizarse los estudios a fin de evaluar el riesgo para grupos con alta ingesta de pescado, como los pescadores deportivos y de subsistencia. Por otra parte, se comprobó la existencia de contaminación microbiológica por vertido de efluentes cloacales e industriales al río. Las cepas halladas, patógenas o potencialmente patógenas, son susceptibles de causar enfermedades.

Palabras clave: Contaminación, pesticidas, metales pesados, bacterias coliformes, calidad de aguas, Río Baradero.

INTRODUCCION

Existe una creciente preocupación a nivel mundial por la situación y cambios del ambiente. La simple observación del aspecto anormal de ciertos cursos de agua, la manifestación cíclica de casos de mortandad de peces, insuficientemente estudiados, o la ocurrencia eventual de trastornos de salud, son motivos suficientes para que la población perciba la necesidad de preservar la calidad del ambiente.

Debido a la disponibilidad de recursos que ofrecen, las franjas costeras fluviales han constituido históricamente áreas propicias para el asentamiento y la actividad humana. Hoy en día incluyen, además, variados espacios de recreación, como balnearios, centros de prácticas náuticas, de pesca deportiva, etc., que, además de favorecer su poblamiento permanente, provocan la afluencia de turismo. Sin embargo, el incremento de la población y de las actividades agrícolas e industriales generalmente trae aparejado un incremento en los niveles de contaminación, que puede implicar riesgos para la salud humana y la diversidad de la biota.

En este contexto, las autoridades del Municipio de Baradero han emprendido un estudio sobre la contaminación del río homónimo, a través de un convenio de colaboración con el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), suscripto en 1993. Las actividades realizadas en el marco de este convenio incluyeron la determinación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos a fin de caracterizar la calidad de las aguas desde el punto de vista sanitario, y el análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados y trazas de metales pesados en los peces, para evaluar su aptitud para el consumo humano.

El Río Baradero nace en el kilómetro 272 del Río Paraná, aguas abajo de la ciudad de San Pedro, y recorre una extensión de 48,7 km hasta su desembocadura en el kilómetro 140 del Río Paraná de las Palmas. La margen derecha, donde se asienta la ciudad, es de carácter barrancoso, mientras que la margen izquierda está influenciada por islas bajas, susceptibles de inundación. Como afluentes de carácter permanente se encuentran el Arroyo del Tala y el Río Arrecifes, ambos sobre la margen derecha, además de numerosos cursos temporales. Según datos provistos por el Destacamento Reforzado Baradero, de la Prefectura Naval Argentina, la velocidad de la corriente oscila entre 5,4 y 10 km hora⁻¹ con dirección de NW a SE, el caudal medio es de 540.000 m³ hora⁻¹, y su profundidad varía entre 2 y 5 m. El régimen de lluvias medio de la región es de 365 mm en verano, 203 mm en otoño, 176 mm en invierno y 290 mm en primavera.

Los estudios científicos sobre el estado actual de los ríos que conforman la extensa Cuenca del Plata que traten sobre su probable evolución y que enuncien acciones preventivas y correctivas son escasos (Vega, 1988, Janiot *et al.*, 1991, 1994, 1997, Angelini *et al.*, 1992, Perdomo *et al.*, 1993, Colombo *et al.*, 1995). Los antecedentes respecto del Río Baradero sólo incluyen un estudio inédito de su capacidad depuradora que en el año 1987 realizaron conjuntamente el Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de La Plata, el Instituto de Limnología Dr. Raúl Ringuelet y la Dirección de Geodesia (M.O.S.P.) (com. pers.)¹

El presente trabajo informa sobre la calidad sanitaria del Río Baradero y la aptitud de los peces para consumo humano a partir de cinco campañas de investigación realizadas entre los años 1993 y 1997.

MATERIALES Y MÉTODOS

Campañas de investigación

Se realizaron cinco campañas denominadas "B-0193" (noviembre, 1993), "B-0194" (junio, 1994), "B-0294" (noviembre, 1994), "B-0195" (abril, 1995) y "B-0197" (marzo, 1997).

Estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo (Figura 1) fueron ubicadas entre los kilómetros 24 y 32, de acuerdo con la localización geográfica de balnearios, desembocaduras de ríos vecinos, descargas de efluentes industriales y descargas cloacales, principales factores que influyen las características del cuerpo de agua. La localización de cada estación fue la siguiente:

Estación 1, km 32, 500 m al norte de la desembocadura del Río Arrecifes, (aguas arriba) a 15 m de la costa.

Estación 2, km 31, 50 m aguas abajo de la desembocadura del Río Arrecifes, a 15 m de la costa.

Estación 3, km 30, frente al Balneario Municipal, a 5 m de la costa.

Estación 3.1, km 30, frente al Balneario Municipal, en el centro del cauce del río.

Estación 4, km 29, 10 m al sur (aguas abajo) de la salida de los efluentes de la refinera de maíz, a 10 m de la costa.

Estación 4.1, km 29, 10 m al sur (aguas abajo) de la salida de los efluentes de la refinera de maíz, en el centro del cauce del río, a 50 m de la costa.

Estación 5, km 28, 5 m al sur (aguas abajo) de la salida del efluente cloacal de la ciudad de Baradero, a 10 m de la costa.

Estación 5.1, km 28, 5 m al sur (aguas abajo) de la salida del efluente cloacal de la ciudad de Baradero, en el centro del cauce del río, a 50 m de la costa.

Estación 6, km 25, 20 m al sur (aguas abajo) de la salida del efluente de una fábrica de productos químicos, a 10 m de la costa.

Estación 6.1, km 25, 20 m al sur (aguas abajo) de la salida del efluente de una fábrica de productos químicos, en el centro del cauce del río, a 50 m de la costa.

Estación 7, km 24, 500 m aguas abajo de la estación 6.

¹ Antonio Di Salvo, Laboratorio de Bromatología e Higiene, Municipalidad del Baradero, Gallo 250. (2947) Baradero. Buenos Aires. Argentina.

Estudios sobre plaguicidas organoclorados, organofosforados y metales pesados en tejidos de peces

Los ejemplares de peces fueron obtenidos mediante un trasmallo calado en la denominada "cancha larga", zona ubicada en el Río Baradero, 500 metros aguas arriba de la desembocadura del Río Arrecifes. En cada campaña, se extrajeron entre 15 y 20 individuos adultos, identificando en cada caso la especie y registrando su longitud total.

Las especies representadas en la captura fueron: sábalo (*Prochilodus lineatus*), boga (*Leporinus obtusidens*), tararira (*Hoplias malabaricus*), patí (*Luciopimelodus pati*), bagre (*Pimelodus clarias*), vieja (*Loricaria* sp.) y lisa (*Mugil* sp.).

Para la determinación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados las muestras fueron obtenidas a partir de ejemplares colocados sobre una superficie limpia, a los que se le practicaron dos incisiones, una dorsal y otra ventral, con cuchillo de acero inoxidable, evitando cortar el aparato digestivo. Con pinza y tijera se separó la piel del músculo y con otro juego de instrumentos se extrajo una porción de 50 g de tejido muscular. Cada una de estas submuestras se colocó individualmente sobre papel de aluminio previamente tratado con acetona calidad pesticida y se almacenó congelada a -20 °C. Para estudiar metales pesados se extrajeron 30 g de músculo axial, se envolvieron en bolsas de polietileno de alta densidad y se almacenaron congelados a -20 °C.

La extracción y purificación de los plaguicidas organoclorados y organofosforados fue realizada en el Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis (INPPAZ). La técnica utilizada fue el micro método de la alúmina, que consiste en la separación de las sustancias organocloradas por cromatografía en una columna de alúmina neutra, utilizando éter de petróleo como solvente. El eluido fue concentrado, e inyectado en un cromatógrafo Varian 3400, conectado a una PC provista del software de integración Peak II para su identificación y cuantificación. Se emplearon detectores de captura de electrones, con nitrógeno como gas portador.

Para el análisis de los residuos de plaguicidas, tanto organoclorados como organofosforados, se inyectaron además en el cromatógrafo las soluciones patrón, así como los blancos y recuperados correspondientes. El porcentaje de recuperación fue en todos los casos superior al 85%.

Las soluciones patrón y grasas enriquecidas fueron preparadas a partir de droga sólida. La solución patrón de plaguicidas organoclorados constó de alfa HCH (hexacloro hexano), gama HCH, beta HCH, HCB (hexacloro benceno), Aldrin, HXT (heptacloroepoxi), pp'DDE, pp'DDD, ppDDT y Dieldrin, mientras que la de plaguicidas organofosforados estuvo compuesta por Etión, Feniltrotión, Metil paratión, Diazinón y Cumafós.

Para la detección de trazas de metales pesados, las muestras fueron calcinadas en mufla, utilizando nitrato de magnesio como coadyuvante, y tratadas posteriormente con ácido nítrico para remover el resto de los residuos carbonados. Las cenizas se disolvieron en ácido clorhídrico, para su posterior análisis en un espectrofotómetro de absorción atómica equipado con corrector de fondo, lámpara de cátodo hueco o de descarga y llama acetileno-aire. Se construyó la curva de calibración y se determinaron las concentraciones de los metales en las muestras a partir de las lecturas y de las curvas de calibración. Se utilizaron blancos y recuperados de las muestras.

Estudios bacteriológicos

En cada estación, sobre la ribera derecha en dirección Sur, y en el centro del río, con una lancha perteneciente a la Prefectura de Baradero fueron recolectadas muestras de agua superficial en envases estériles. Los peces fueron capturados por pescadores artesanales mediante red de trasmallo. Una vez recolectadas, éstas fueron acondicionadas en cajas aislantes y refrigeradas hasta su

llegada al laboratorio de Bromatología de la Municipalidad del Baradero, donde se realizaron los primeros aislamientos.

En el laboratorio se procedió a cuantificar las bacterias en agua. Para bacterias heterotrofas mesófilas aerobias se utilizó la técnica de diseminación en superficie, utilizando agar para recuentos en placa (*Plate Count Agar*). Se efectuaron diluciones decimales en solución salina peptonada, las que fueron utilizadas para realizar las siembras. Las placas fueron incubadas 48 horas a temperatura ambiente que osciló entre 21° y 22 °C. Los resultados fueron expresados en unidades formadoras de colonias (ufc) ml⁻¹.

Para el recuento de bacterias coliformes totales, coliformes fecales y confirmación de *Escherichia coli* se utilizó la técnica de filtración por membranas de 0,22 micrones de porosidad sugerida por el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1980), incubando 24 horas a 37 °C y 44 °C. Se filtraron diluciones decimales. Para efectuar el recuento se tuvo en cuenta aquella dilución cuya placa presentaba entre 20 y 200 colonias, contándose únicamente las que presentaban brillo metálico característico. Las cepas con características típicas fueron transportadas al laboratorio de Microbiología del INIDEP en un medio de conservación, para ser identificadas. La identificación se realizó mediante el test de IMVIC y el uso de API 20E.

La significación estadística de las diferencias en las mediciones de cada una de las tres variables consideradas, recuento de heterotrofas totales, densidad de coliformes totales y densidad de coliformes fecales, expresadas como logaritmos decimales, fue determinada mediante Test de Anovas encajados con tamaños de muestra diferentes (Sokal y Rohlf, 1979). La estructura de estos análisis se estableció considerando la variación dentro de los Subgrupos, o distintas campañas cuyos datos provinieron de una misma zona del río investigada (aquella próxima a la costa y aquella perteneciente a su cauce), entre campañas (zonas dentro de las siete diferentes estaciones de muestreo) y entre estaciones (Grupos).

Para el aislamiento e identificación de *Vibrio cholerae* en aguas, se utilizó la técnica de filtración con membranas de 0,22 micrones de porosidad sugerida por la *Food and Drug Administration* (FDA), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Se filtraron 2 litros de muestra utilizando también prefiltros de celite estéril. En peces se empleó la técnica también sugerida por la FDA, la OMS y la OPS. Se analizaron porciones de agallas y contenido intestinal. Las cepas con características típicas fueron transportadas en un medio de conservación para su posterior identificación en el laboratorio del INIDEP, donde se procedió a la purificación de las cepas sospechosas obtenidas mediante sucesivos pasajes en T1N1 (Tripona 1%, Cloruro de Sodio 1%), y a su identificación mediante las siguientes pruebas fisiológicas y bioquímicas: Oxidación / fermentación de la glucosa (Hügh y Leifson); gas de la glucosa (Hügh y Leifson), presencia de la enzima lisina y ornitina decarboxilasa (Moeller), presencia de la enzima arginina dehidrolasa (Thornley), producción de ácido de manitol, crecimiento en ausencia de Cloruro de Sodio, pruebas con tiras de identificación API 20 E. Todas las cepas que respondieron a las características bioquímicas de *V. cholerae* se sometieron a una prueba de aglutinación con antisuero polivalente anti *Vibrio cholerae* O1. También se efectuaron sobre las mismas las siguientes pruebas complementarias: movilidad, producción de Indol, producción de H₂S, coloración de Gram, crecimiento en ClNa al 3, 6 y 8% y sensibilidad al vibriostático 0/129 (150 mg).

Para el aislamiento, identificación y recuento de *Salmonella* spp. en agua se utilizó la técnica del Número Más Probable (N.M.P.), sembrando porciones de muestra en caldo tetrionato (caldo TT). De cada cultivo positivo se tomó una alícuota que fue sembrada por estría sobre agar *Salmonella Shigella* (agar SS). En peces se sembró el contenido intestinal de cada ejemplar en caldo TT, siguiendo luego como en el resto de las muestras. Se seleccionaron al azar cepas de aspecto característico para su con-

firmación en el laboratorio de Microbiología del INIDEP, donde fueron purificadas e identificadas según el esquema sugerido por el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1980). También se utilizó el sistema de identificación para enterobacterias API 20E.

Parámetros físico-químicos

En todas las estaciones se tomaron datos de temperatura mediante un termómetro de inversión, y de pH con un peachímetro Beckman.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Plaguicidas organoclorados, organofosforados y trazas de metales pesados en tejidos de peces

Los resultados se encuentran expresados por año de muestreo y en ppm ($\mu\text{g g}^{-1}$). En todas las muestras se determinaron porcentajes de humedad y contenido graso, valores que estuvieron comprendidos en los rangos de 82% a 72% y 0,05% a 8%, respectivamente.

Todos los biocidas clorados analizados fueron detectados al menos en alguna de las muestras, salvo el pp'DDT y el pp'DDD. Si bien se detectó la persistencia de pp'DDE (metabolito del DDT), la ausencia de pp'DDT sugiere el cumplimiento de la prohibición de uso de este pesticida.

Las concentraciones de residuos de biocidas encontradas en tejido muscular de las diferentes especies se muestran en las Tablas 1, 2 y 3. Para evaluar la significación de estas concentraciones desde el punto de vista de la salud humana, se pueden comparar con los niveles de acción (*Action Levels*) establecidos por la *Food and Drug Administration* (FDA, 1998) y los Valores de Referencia (*Screening Values*) de la *Environmental Protection Agency* (EPA) de los EEUU. Los Niveles de Acción de la FDA (Tabla 4) se refieren al comercio federal de productos pesqueros y tienen como objetivo la protección del público consumidor en general. Cuando las concentraciones detectadas en la parte comestible del pescado alcanzan o superan estos niveles, la FDA puede iniciar acciones para retirar el producto del mercado. Los valores de referencia de la EPA, en cambio, son de carácter orientativo y tienen en cuenta la existencia de grupos de riesgo con mayor consumo de pescado. Así se definen valores de referencia para pescadores deportivos (*SVsport*) y pescadores de subsistencia (*SVsubsist*). La finalidad de estos valores de referencia es servir de base para evaluaciones preliminares, e identificar áreas donde deberían realizarse evaluaciones de riesgo más intensivas. Éstas podrían resultar en recomendaciones para limitar el consumo, si las autoridades competentes lo consideraran necesario.

Los valores de referencia se construyen a partir de las Dosis de Referencia (dosis por debajo de las cuales no se esperan efectos perjudiciales), el peso medio de los consumidores y la tasa media de consumo sobre base anual. En el caso de sustancias con efectos carcinogénicos, no se considera un valor umbral sino el nivel de riesgo asociado a una dosis determinada.

En el caso de sustancias con efectos carcinogénicos y no carcinogénicos, se recomienda adoptar como Valor de Referencia la concentración más baja, que generalmente es la correspondiente a los efectos carcinogénicos.

De los plaguicidas organoclorados analizados, la FDA ha establecido niveles de acción para Aldrin + Dieldrin, HXT y Σ DDT. Las concentraciones promedio de estos biocidas en las muestras analizadas estuvieron siempre por debajo de estos límites.

Si como criterio de precaución se considera una concentración equivalente a la mitad del nivel de detección (Nivel de detección = 0,02 ppm) en los casos en que el resultado del análisis fue "no detec-

tado" (ND), las concentraciones medias de los biocidas considerados superaron el valor de referencia (*Screening Value*) para pescadores de subsistencia, en todas las especies analizadas. La concentración de HCB resultó apenas superior al valor de referencia para pescadores deportivos en el bagre. La sumatoria de Aldrin + Dieldrin superó el *SV_{sport}* en las muestras de sábalo, tararira y vieja, mientras que la concentración de HTX lo excedió en todas las especies (Tabla 5). Si bien no se analizaron todos los metabolitos del DDT, las concentraciones de pp'DDE encontradas permiten suponer que la sumatoria de DDT superaría el *SV_{subsist}* en todas las especies.

Con respecto a los plaguicidas organofosforados, todas las muestras de tejido de peces analizadas dieron resultados negativos ya que su persistencia en el medio luego de su aplicación es efímera en comparación con los organoclorados (Menzil, 1974).

Los metales pesados considerados estuvieron presentes en todas las especies analizadas (Tablas 6, 7 y 8), pero sus concentraciones se encontraron siempre por debajo de los *SV_{subsist}* calculados según la metodología de la EPA (Tabla 9).

Bacteriología

Los resultados de los recuentos de bacterias heterotrofas mesófilas, expresados en ufc ml⁻¹, están expuestos en la Tabla 10, mientras que los resultados de los recuentos de bacterias coliformes totales y fecales, en ufc 100 ml⁻¹, están expuestos en las Tablas 11 y 12, respectivamente. En las Figuras 2, 3 y 4 están graficados los logaritmos de los recuentos en función de las estaciones de muestreo en las diferentes campañas.

Las Tablas 13 a 15 muestran los resultados de los Anovas encajados correspondientes a las tres variables de medición.

En los dos primeros casos (logaritmos de RHT y de densidad de coliformes totales), se efectuaron 51 observaciones correspondientes a 7 estaciones de muestreo. Los grados de libertad entre grupos fueron, por lo tanto, seis. Hubo 13 subgrupos resultantes de la combinación campaña-zona, a los que debe restarse un grado de libertad por estación, resultando también en un total de seis grados de libertad. Los grados de libertad dentro de subgrupos derivaron de 51 mediciones integradas en 13 subgrupos, debiéndose descontar un grado de libertad por cada uno de éstos, resultando en 38. Los grados de libertad totales fueron, por supuesto, el número de registros menos uno, que equivalieron a cincuenta.

Ambas Tablas indican la falta de significación estadística de las diferencias en las mediciones de estas variables, tanto entre las distintas estaciones situadas a lo largo del río como entre los subgrupos campaña-zona. En comparación, la variabilidad dentro de estos subgrupos (error) resultó relativamente alta.

En cambio, en el caso de los logaritmos de la densidad de coliformes fecales se dispuso de 34 observaciones integradas en la misma cantidad de subgrupos (13), correspondiendo los grados de libertad que figuran en la Tabla 15. En esta oportunidad, la variabilidad dentro de estos subgrupos (error) resultó muy baja y la variación entre los mismos, significativa. Esto quiere decir que la discriminación en zonas de distinta proximidad a la costa dentro de las diferentes estaciones de muestreo es procedente, para el estudio de coliformes fecales, puesto que muestra una componente añadida de la varianza. En cambio, la distinción entre estaciones a lo largo del río no determinó diferencias significativas en esta variable, como tampoco lo hizo en el caso de las dos anteriores.

Los valores de bacterias heterotrofas mesófilas aerobias no presentaron variaciones significativas entre estaciones (Figura 2). Los recuentos más altos ($1,1 \times 10^5$) correspondieron a la estación 4, situada próxima a la desembocadura del efluente de una refinera de maíz. La carga orgánica apor-

tada por la misma y la constante resuspensión del sedimento, podrían crear condiciones favorables para el desarrollo bacteriano. Por otra parte, los recuentos fueron mayores durante la campaña "B02/94", cuando se registró un promedio de temperatura alto, superior a los 26 °C (Tabla 16), que también favorecería el crecimiento microbiano.

En todas las estaciones se observaron densidades de coliformes totales que deben ser consideradas elevadas por tratarse de un cuerpo de agua natural. Estas bacterias podrían provenir no sólo de los vertidos cloacales de la ciudad de Baradero, sino también de aquellos de ciudades próximas situadas aguas arriba, tales como San Pedro. Tampoco se podría descartar *a priori* a los animales de cría y salvajes que pueblan las márgenes de algunos sectores estudiados.

Las densidades de bacterias coliformes fecales fueron mayores en las estaciones de muestreo sobre la costa que en las del cauce del río (Figura 5). Esto podría deberse a factores de dilución y/o desaparición microbiana, considerando que la tasa de desaparición de bacterias entéricas depende del tamaño y comportamiento del recurso. Resultados similares fueron obtenidos en otros cuerpos de agua (Morón y Cáceres, 1997).

Siendo insuficientes para evaluar integralmente la calidad del agua, estos datos en principio superan los valores guía internacionales para aguas de uso recreativo. Estos estándares dependen del uso aplicado o que se planea aplicar al cuerpo de agua, que es específico de cada lugar. En el caso de aguas de captación los valores recomendados por la E.P.A (1986) son 20.000 coliformes totales y 2.000 coliformes fecales 100 ml⁻¹. Las normas bacteriológicas referidas al agua de uso recreacional de la Unión Europea especificados por la Organización Mundial de la Salud (Salas, 2000) establece que el número total de coliformes fecales debe ser, en lo posible, inferior a 100 y en todo caso no llegará a 2000 x 100 ml⁻¹, el de estreptococos fecales, menor de 100 y 400, respectivamente, en 100 ml de agua. El primer número tiene valor indicativo, el segundo es de cumplimiento obligatorio. Si se llega a éste en más del 20% de los análisis de las muestras tomadas durante 14 días por lo menos, es necesario prohibir el baño en las aguas afectadas.

Estos resultados hacen evidente la ausencia de una normativa de carácter nacional que fije valores guía de densidades bacterianas, y que tenga en cuenta los posibles usos y características propias de los distintos cuerpos de agua. Tampoco se han realizado estudios epidemiológicos a nivel nacional que establezcan la relación entre enfermedad y organismo indicador, cuyo conocimiento es necesario para evaluar un riesgo potencial sobre la salud humana y justificar la adopción de un determinado valor guía. Los niveles guía establecidos por diferentes países y organizaciones internacionales (Tabla 17) incluyen como indicadores a los Enterococos, que tienen mayor sobrevivencia en cuerpos de agua abiertos, especialmente en ambientes marinos y estuariales (Salas, 2000).

Durante las campañas estudiadas, se aislaron 28 cepas sospechosas de *Salmonella*, provenientes de agua de todas las estaciones. Si bien no se confirmó su presencia, las cepas obtenidas fueron identificadas como *Enterobacter cloacae*, *Morganella morganii* y *Proteus mirabilis*. También se identificaron 38 cepas de *Escherichia coli* y *Aeromonas hydrophila*, todas patógenas humanas.

Con el objeto de detectar la posible presencia de vibrión colérico se analizaron 14 muestras, provenientes de agua de las estaciones 3 y 5 (Balneario Municipal y salida del efluente cloacal respectivamente) y de agallas e intestino de peces. Se aislaron en total 30 cepas. Aunque no se detectó *Vibrio cholerae* O1 toxigénico, se registró en cambio la presencia de *Vibrio cholerae* no O1, también patógeno aunque no toxigénico. La frecuencia de aislamiento porcentual de *V. cholerae* no O1 (f) fue del 66% en la campaña "B01/93" y del 100% en las campañas realizadas en primavera ("B02/94" y "B01/97"), mientras que no se registró ningún aislamiento en la campaña de invierno ("B01/94"), caracterizada por bajas temperaturas del agua (Figura 6). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros ambientes acuáticos de Argentina (Costagliola *et al.*, 2000).

CONCLUSIONES

- Las concentraciones de residuos de contaminantes encontradas en el tejido muscular de los peces no comprometen su aptitud para el consumo por parte del público en general. Sin embargo, en muchos casos los niveles de biocidas organoclorados excedieron los valores de referencia utilizados por la E.P.A. para la protección de grupos de riesgo con mayor consumo de pescado.
- No fueron detectados plaguicidas organofosforados en ninguna de las muestras analizadas.
- Los metales pesados se encontraron siempre en niveles inferiores a los valores de referencia para la protección de los grupos de mayor riesgo.
- Existe contaminación microbiológica por vertidos de efluentes cloacales e industriales directamente al río, principalmente en los puntos costeros correspondientes a las estaciones 4 y 6, donde se detectaron permanentemente niveles de coliformes fecales superiores a los indicados por los niveles guía internacionales.
- Se hallaron posibles transmisores de enfermedades, consistentes en bacterias patógenas (*Escherichia coli* y *Vibrio cholerae* no O1) y cepas potencialmente patógenas tales como *Aeromonas* spp., entre otras.
- Si bien puede existir una depuración microbiana por el curso de agua, aquella depende del tamaño y comportamiento de éste. Es necesario evaluar esta depuración en términos de tasa de desaparición de bacterias entéricas, establecer las características que la determinan y fijar niveles permisibles de carga contaminante.
- Los resultados de este trabajo conducen a realizar las siguientes recomendaciones:

La detección de niveles de plaguicidas organoclorados por encima de los valores de referencia para la protección de grupos con alto consumo de pescado, hace aconsejable realizar una evaluación de riesgo con un monitoreo más intensivo que involucre la totalidad de las especies de consumo. Las tasas y hábitos de consumo de la población en general y de los pescadores deportivos, artesanales y de subsistencia deberían ser estimados técnicamente. Se recomienda, además, agregar a los análisis de contaminantes la determinación de microtóxicos como los PCB's (bifenilos-policlorados).

Resulta fundamental relevar en forma continua el agua de captación que ingresa a los establecimientos potabilizadores. El tratamiento estadístico de estos datos permitiría comparar los datos puntuales con los promedios históricos, para detectar variaciones en el río.

Las determinaciones de coliformes fecales y totales en las zonas costeras se deberían continuar, adoptando a los estreptococos fecales como indicadores complementarios de la viabilidad del uso recreacional del río.

Es necesario adoptar una Norma Nacional de Calidad para distintos usos de aguas superficiales donde se establezcan valores guías para la protección del recurso, que también tenga en cuenta el marco socio-económico local condicionante de su aplicabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos agradecimiento al Vet. Antonio Di Salvo por su invaluable colaboración, al personal de Bromatología de la Municipalidad y Prefectura de Baradero por su apoyo logístico, al Ing. Ricardo Roth, Técnico Nazareno Bergamaschi y Lic. Andrea López por su participación en muestreos y análisis y a la Lic. Costanza Hozbor por su colaboración en la confección de los gráficos. También expresamos nuestro agradecimiento al Lic. Torroba por permitir la realización de los análisis de plaguicidas y metales pesados en el laboratorio del INPPAZ y al Lic. Alberto Espinach Ros por la revisión crítica de los resultados de plaguicidas y metales.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGELINI, N., SEIGNEUR, G. & ATANASIADIS, A. 1992. Investigación de residuos de sustancias organocloradas en peces del Río Uruguay. Pub. Com. Adm. Río Uruguay, Serie Técnico Científica, 1: 36-42.
- A.P.H.A. (American Public Health Association). 1980. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 15 th Ed. APHA, American Water Work Association and Water Pollution Control Federation (Ed.), Washington DC, 1134 pp.
- COLOMBO, J., BILOS, C., CAMPANARO, M., RODRÍGUEZ, P. & CATTOGIO, J. 1995. Bioaccumulation of polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides by the asiatic clam *Corbicula fluminea*: its use as sentinel organism in the Río de la Plata estuary, Argentina. Environmental Science and Technology, 29 (4): 914-926.
- COSTAGLIOLA, M., LOPEZ, A., MALASPINA, A., GUERRERO, R., MEDINA, D., ODIZZIO, M., ABELANDA, A., & FRISS DE KEREKI, C. 2000. Estudio de la presencia de *Vibrio cholerae* en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Período 1992-1996. Frente Marít., 18 (A): 53-58.
- E.P.A. (U.S. Environmental Protection Agency). 1986. Bacteriology Ambient Water Quality Criteria Availability. Federal Register, 51 (45): 8012 pp.
- E.P.A. (U.S. Environmental Protection Agency). 2000. Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories. En: Fish Sampling and Analysis, third edition. E.P.A (Ed), Washington D.C.,: 480 pp.
- F.D.A. (U.S. Food and Drug Administration). 1998. F. D. A. and E. P. A. guidance levels. In: Fish and fishery products hazards and controls guide. Appendix 5. Table A3, 19 pp.
- JANIOT, L., ORLANDO, A. & ROSES, O. 1991. Niveles de plaguicidas clorados en el Río de la Plata. Acta Farm. Bonaerense, 10 (1): 13-25.
- JANIOT, L., SERICANO, J. & ROSES, O. 1994. Chlorinated pesticide occurrence in the Uruguay River (Argentina-Uruguay). Water Air and Soil Pollution, 76: 323-331.

- JANIOT, L, MARCUCCI, O. & GESINO, A. 1997. Plaguicidas clorados y bifenilos policlorados en sedimentos. En: "Calidad de las aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata (San Fernando-Magdalena)". AA, OSBA, SIHN, INALI (Ed.), 5: 49-61.
- MENZIL, C. 1974. Metabolism of pesticides. An update. US Fish and Wildlife Service Special Scientific Report, Washington DC. Wildlife (184): 2-12.
- MORON, A. & COCERES, E. 1997. Bacteriología. En: "Calidad de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata", (San Fernando-Magdalena)". AA, OSBA, SIHN, INALI (Ed.), 9: 91-100.
- PERDOMO, A., TEXEIRA, J., TOYOS, C., URRUTI, P. & ORLANDO, A. 1993. Programa de calidad de las aguas y control de la contaminación del Río Uruguay-Etapa I 1987-1990. Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay. Serie Técnico-Científica, 2: 1-85.
- SALAS, H. 2000. Historia y aplicación de normas microbiológicas de calidad de agua en el medio marino. OPS/CEPIS, 53: 25 pp.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1979. Biometría. Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica. H. BLUME (Ed.), Madrid, 832 pp.
- VEGA, S. 1988. Evaluación Epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales. Generalidades y Toxicología. Ministerio de Salud y Acción Social Secretaría de Salud. Buenos Aires - República Argentina, 1: 25-205.

Recibido: junio de 2001
Aceptado: mayo de 2002

Tabla 1. Campaña B02/94. Concentración en ppm ($\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ peso húmedo) de plaguicidas organoclorados en peces del Río Baradero.

Table 1. B02/94 survey. Organochlorine plaguicide concentrations in ppm ($\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ wet weight) in the Baradero river fishes.

Muestra	Alfa-HCH	Gama-HCH	Beta-HCH	HCB	Aldrin	HXT	pp'DDE	pp'DDT	pp'DDD	Dieldrin
M1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	----	----	0,03
M2	0,03	0,02	0,02	0,02	----	0,05	0,02	----	----	0,02
M3	0,04	----	----	----	----	0,03	----	----	----	----
M4	----(*)	----	0,03	0,02	----	0,04	----	----	----	0,03
M5	0,04	0,03	0,03	0,02	----	0,02	----	----	----	0,02
M6	0,04	0,02	0,02	----	0,02	0,02	0,02	----	----	0,02

(*) ----: no detectado (ND), $< 0,02$ ppm

Tabla 2. Campaña B01/95. Concentración en ppm ($\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ peso húmedo) de plaguicidas organoclorados en peces del Río Baradero.

Table 2. B01/95 survey. Organochlorine plaguicide concentrations in ppm ($\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ wet weight) in the Baradero river fishes.

Muestra	Alfa-HCH	Gama-HCH	Beta-HCH	HCB	Aldrin	HXT	pp'DDE	pp'DDT	pp'DDD	Dieldrin
M1	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
M2	0,05	----	----	----	----	0,06	----	----	----	----
M3	0,04	----	0,03	----	----	0,04	----	----	----	----
M4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,03
M5	0,04	----	0,03	----	----	0,03	----	----	----	----
M6	0,03	----	----	----	----	0,03	----	----	----	----

Tabla 3. Campaña B01/97. Concentración en ppm ($\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ peso húmedo) de plaguicidas organoclorados en peces del Río Baradero.

Table 3. B01/97 survey. Organochlorine plaguicide concentrations in ppm ($\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ wet weight) in the Baradero river fishes.

Muestra	Alfa-HCH	Gama-HCH	Beta-HCH	HCB	Aldrin	HXT	pp'DDE	pp'DDT	pp'DDD	Dieldrin
M1	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	----	----	0,03
M2	----(*)	0,02	0,03	0,03	0,03	----	----	----	----	0,02
M3	0,02	----	0,02	0,03	----	0,02	0,03	----	----	----
M4	----	----	----	0,02	----	----	----	----	----	----
M5	0,03	----	0,02	0,02	0,03	0,03	----	----	----	0,03
M6	----	0,03	0,04	----	0,03	0,03	0,03	----	----	0,03

Tabla 4. Niveles de Acción establecidos por la FDA y Valores de Referencia de la EPA para concentraciones de metales pesados y biocidas organoclorados en partes comestibles de pescado.

Table 4. Action levels established by the FDA and Screening values adopted by the EPA for critical concentrations of either heavy metals or organochlorine biocides in fish muscles.

Contaminantes	FDA AL ^(a)	EPA SV ^(b)	EPA SV ^(b)
	(ppm)	Pescadores deportivos (ppm)	Pescadores de subsistencia (ppm)
Metales			
Cd		4,00 ^(c)	0,492 ^(c)
Cr		12,00 ^{(c) (d)}	1,475 ^(c)
Mn		560,00 ^(c)	68,820 ^(c)
Ni		80,00 ^{(c) (e)}	9,831 ^(c)
Plaguicidas organoclorados			
Gama HCH ^(f)		3,07x10 ⁻²	3,78x10 ⁻³
HCB		2,50x10 ⁻²	3,07x10 ⁻³
Aldrin + Dieldrin ^(g)	0,3	2,50x10 ⁻³	3,07x10 ⁻⁴
HXT	0,3	4,39x10 ⁻³	5,40x10 ⁻⁴
∑ DDT ^(h)	5	0,117	1,4x10 ⁻²

(a) Nivel de Acción (*Action Level*) establecido por la FDA.

(b) Valor de Referencia (*Screening Value*) de la EPA.

(c) Valor de referencia calculado según la metodología de la EPA.

(d) Referido al Cromo hexavalente.

(e) Referido a sales solubles.

(f) Denominado también Lindano.

(g) Considerados en conjunto. Dieldrin es un producto de degradación del Aldrin.

(h) Suma de los isómeros 4-4' y 2,4' del DDT, DDE y DDD.

Tabla 5. Concentraciones medias en ppm de residuos de plaguicidas organoclorados en tejido muscular por especie.

Table 5. Mean concentrations (in ppm) of organochlorine plaguicides in muscle tissue per species.

Especie	gama HCH	alfa+betaHCH	HCB	Aldrin+Dieldrin	HXT	pp'DDE
Sábalo	0,014(s)	0,038	0,019(s)	0,031(d)	0,023(d)	0,011
Boga	0,017(s)	0,057	0,017(s)	0,017(s)	0,047(d)	0,017
Tararira	0,010(s)	0,030	0,020(s)	0,030(d)	0,040(d)	ND
Patí	0,014(s)	0,024	0,012(s)	ND	0,018(d)	0,014
Bagre	ND	0,028	0,026(d)	ND	0,016(d)	0,022
Vieja	0,019(s)	0,059	ND	0,036(d)	0,026(d)	0,019
Lisa	0,030(s)	0,070	0,020(s)	0,020(s)	0,020(d)	ND

ND no detectado (< 0,02).

(d) excede el valor de referencia (*Screening Value*) para pescadores deportivos.

(s) excede el el valor de referencia (*Screening Value*) para pescadores de subsistencia.

Tabla 6. Campaña B02/94. Concentración en ppm ($\mu\text{g/g}^{-1}$ peso húmedo) de trazas de metales pesados en peces del Río Baradero.

Table 6. B02/94 survey. Heavy metal concentrations in ppm ($\mu\text{g/g}^{-1}$ wet weight) in the Baradero river fishes.

Muestra	Cu	Fe	Cr	Ni	Co	Mn	Cd	Pb
M1	0,40	5,64	0,07	0,23	0,19	0,52	0,09	0,67
M2	0,27	6,84	0,16	0,18	0,42	0,15	0,14	0,54
M3	0,39	7,29	0,19	0,19	0,21	0,14	0,17	0,61
M4	0,57	4,75	0,12	0,25	0,24	0,33	0,18	1,09
M5	0,28	3,87	0,16	0,30	0,33	0,45	0,14	1,19
M6	0,27	9,44	0,12	0,31	0,44	0,52	0,17	0,98

Tabla 7. Campaña B01/95. Concentración en ppm ($\mu\text{g/g}^{-1}$ peso húmedo) de trazas de metales pesados en peces del Río Baradero.

Table 7. B01/95 survey. Heavy metal concentrations in ppm ($\mu\text{g/g}^{-1}$ wet weight) in the Baradero river fishes.

Muestra	Cu	Fe	Cr	Ni	Co	Mn	Cd	Pb
M1	0,66	3,07	0,09	0,20	0,19	0,35	0,4	1,19
M2	0,55	10,75	0,11	0,52	0,20	0,12	0,02	4,01
M3	0,62	3,98	0,12	0,33	0,36	0,3	0,01	8,21
M4	0,52	5,83	0,12	0,32	0,40	0,30	0,07	2,79
M5	0,63	7,55	0,13	0,35	0,38	0,66	0,16	2,31
M6	0,60	5,68	0,13	0,35	0,47	0,59	0,01	5,10

Tabla 8. Campaña B01/97. Concentración en ppm ($\mu\text{g/g}^{-1}$ peso húmedo) de trazas de metales pesados en peces del Río Baradero.

Table 8. Heavy metal concentrations in ppm ($\mu\text{g/g}^{-1}$ wet weight) in the Baradero river fishes. B01/97 survey.

Muestra	Cu	Fe	Cr	Ni	Co	Mn	Cd	Pb
M1	0,34	4,78	1,06	0,23	0,44	0,53	0,02	0,59
M2	0,47	3,51	1,57	0,19	0,42	0,52	0,02	0,55
M3	0,26	3,99	0,65	0,25	0,37	0,46	----	0,56
M4	0,61	5,02	0,91	0,15	0,43	0,49	0,03	0,65
M5	0,28	5,53	0,91	0,30	0,47	0,60	0,03	0,68
M6	0,50	5,91	0,92	0,28	0,48	0,59	0,03	0,75

Tabla 9. Concentraciones medias en ppm de metales pesados en tejido muscular por especie.

Table 9. Mean concentrations (in ppm) of heavy metals in muscle tissue per species.

Especie	Cu	Fe	Cr	Ni	Co	Mn	Cd	Pb
Sábalo	0,478	5,723	0,503	0,259	0,355	0,454	0,079	1,697
Boga	0,387	4,767	0,147	0,230	0,400	0,200	0,097	3,097
Tararira	0,570	4,750	0,120	0,250	0,240	0,330	0,180	1,090
Patí	0,552	4,130	0,420	0,236	0,304	0,448	0,036	1,000
Bagre	0,400	4,402	0,754	0,210	0,394	0,472	0,012	0,596
Vieja	0,310	9,627	0,119	0,340	0,406	0,463	0,149	1,413
Lisa	0,280	3,870	0,160	0,300	0,330	0,450	0,140	1,190

Tabla 10. Número de bacterias heterotrofas aerobias expresado en ufc x ml⁻¹ en el Río Baradero.*Table 10. Number of aerobic heterotrophic bacteria in ufcx ml⁻¹ in the Baradero river.*

Estación	B-1/93		B-01/94		B-02/94		B-01/95		B-01/97	
	costa	costa	centro	costa	centro	costa	centro	costa	centro	
1	1,6x10 ³	1,9x10 ³	2,5x10 ³	4,5x10 ⁴			2x10 ³		1,6x10 ³	
2				5,7x10 ⁴			2x10 ³		9x10 ²	
3	9,5x10 ³	1,6x10 ³	1,5x10 ³	3,5x10 ⁴	4,3x10 ⁴	6x10 ³	3x10 ³	1,8x10 ⁴	1,8x10 ³	
4	1,4x10 ⁴	1,4x10 ³	1,2x10 ³	1,1x10 ⁵	3,5x10 ⁴	1,9x10 ⁴	2x10 ³	3,9x10 ⁴	1,1x10 ³	
5	1,6x10 ⁴	4,9x10 ³	1,4x10 ³	5,7x10 ⁴	3,8x10 ⁴	4x10 ³	9x10 ³	1,2x10 ⁴	1,5x10 ³	
6	3x10 ⁴	1,9x10 ³	2,6x10 ³	1x10 ⁵	5,1x10 ⁴	1x10 ³	8x10 ³	8,4x10 ⁴	1,8x10 ³	
7	1,4x10 ⁴	2,5x10 ³	2,3x10 ³	6,8x10 ⁴		5x10 ³		4,1x10 ³		

Tabla 11. Número de bacterias coliformes / 100 ml en el Río Baradero.

Table 11. Number of coliform bacteria / 100 ml in the Baradero river.

Estación	B-1/93		B-01/94		B-02/94		B-01/95		B-01/97	
	costa	costa	centro	costa	centro	costa	centro	costa	centro	
1	39.000	3.200	3.100	11.000			9.800		53.000	
2				15.600			1.500		88.000	
3	16.000	3.500	5.000	12.100	16.900	6.400	8.500	64.000	72.000	
4	19.000	2.400	4.500	20.000	17.300	200.000	31.000	464.000	47.000	
5	82.000	6.700	2.600	14.600	18.300	94.000	87.000	177.000	146.000	
6	24.000	9.100	5.700	13.800	19.800	121.000	130.000	165.000	107.000	
7	78.000	9.600	4.200	19.400		93.000		109.000		

Tabla 12. Número de bacterias coliformes fecales /100ml en el Río Baradero.

Table 12. Number of fecal coliform bacteria / 100 ml in the Baradero river.

Estación	B-01/94		B-01/95		B-01/97	
	costa	centro	costa	centro	costa	centro
1	1.700	1.800	1.300		900	
2			400		710	
3	2.400	2.400	400	500	570	900
4	2.800	3.100	6.900	100	110.000	430
5	5.700	3.300	1.000	3.200	50.900	2.000
6	4.400	6.200	6.300	2.600	20.000	5.300
7	3.600	1.600	3.500		8.200	

Tabla 13. Tabla de Anova correspondiente a la variable log (RHT).

Table 13. Anova Table corresponding to the log variable (RHT).

Fuente de Variación	G.L.	SC	CM	F	Significación
Entre grupos (Estaciones)	6	0,364	0,061	0,127 ⁽¹⁾	n.s.
Entre subgrupos dentro de grupos	6	2,824	0,471	1,065	n.s.
Dentro de subgrupos (error)	38	16,793	0,442		
Total	50				

⁽¹⁾ Calculado para test aproximado de significación, con 4 G.L. para el denominador.

Tabla 14. Tabla de Anova correspondiente a la variable log (ColT).

Table 14. Anova Table corresponding to the log variable (ColT).

Fuente de Variación	G.L.	SC	CM	F	Significación
Entre grupos (Estaciones)	6	2,004	0,334	1,440 ⁽¹⁾	n.s.
Entre subgrupos dentro de grupos	6	1,555	0,259	0,664	n.s.
Dentro de Subgrupos (error)	38	14,837	0,390		
Total	50				

⁽¹⁾ Calculado para test aproximado de significación, con 3 G.L. para el denominador.

Tabla 15. Tabla de Anova correspondiente a la variable log (ColF).

Table 15. Anova Table corresponding to the log variable (ColF).

Fuente de Variación	G.L.	SC	CM	F	Significación
Entre grupos (Estaciones)	6	3,156	0,526	0,912 ⁽¹⁾	n.s.
Entre subgrupos dentro de Grupos	6	3,290	0,548	2,899	Significativo
Dentro de Subgrupos (error)	21	3,973	0,189		
Total	33				

⁽¹⁾ Calculado para test aproximado de significación, con 6 G.L. para el denominador.

Tabla 16. Promedio de temperatura y pH del agua registrado en las campañas en el Río Baradero.

Table 16. Average of water temperature and pH registered during the surveys in the Baradero river.

Campaña	Fecha	Temperatura promedio del agua (°C)	pH
B-01/93	08-12/11/93	22,75	7,13
B-01/94	27-30/06/94	13,75	7,41
B-02/94	15-18/11/94	26,22	7,40
B-01/95	03-05/04/95	20,45	7,04
B-01/97	17-20/03/97	24,14	6,90

Tabla 17. Valores guía de calidad microbiológica del agua para uso recreativo.

Table 17. Guidance values to microbiologically qualify recreation waters.

País	Coliformes totales	Coliformes fecales	Otro
EE.UU. (EPA)		<i>E. coli</i> (126)	Enterococos (33)
Europa (EEC)	80% <500 95% <10.000	80% < 100 95% <2.000	Estreptococos fecales (guía 100) Enterococos (90% < 100)
WHO	50% <100 90% <1.000 (n=10)		
México	80% < 1.000 (n=5) 100% < 10.000		
Brasil Perú	80% <5.000 (n=5)	80% < 1.000 (n=5)	
Ecuador	1.000	200	
Francia	<2.000	<500	Estreptococos fecales (<100)

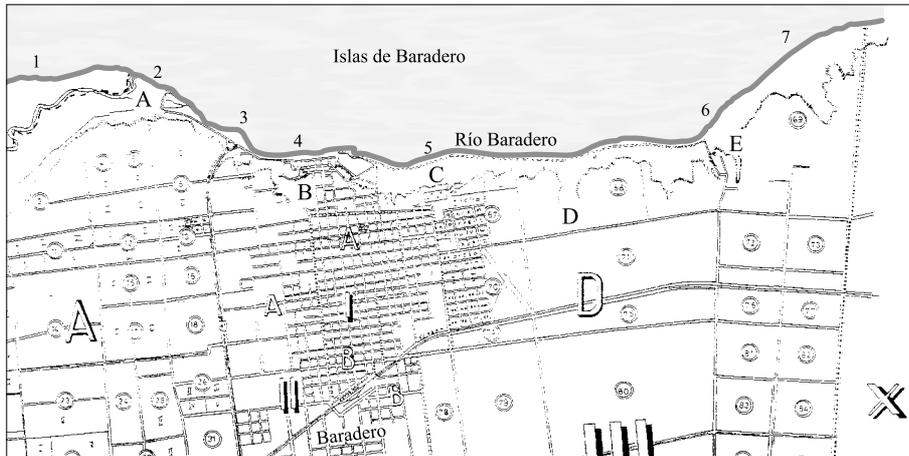


Figura 1. Distribución de las estaciones de muestreo sobre el Río Baradero. A) Papelera Celulosa; B) Refinería de maíz; C) Planta depuradora; D) Fábrica de productos cárnicos; E) Fábrica de productos químicos.

Figure 1. Sampling sites along Baradero river. A) Cellulose stationery; B) Corn refinery; C) Filtering plant; D) Meat products factory; E) Chemical products factory.

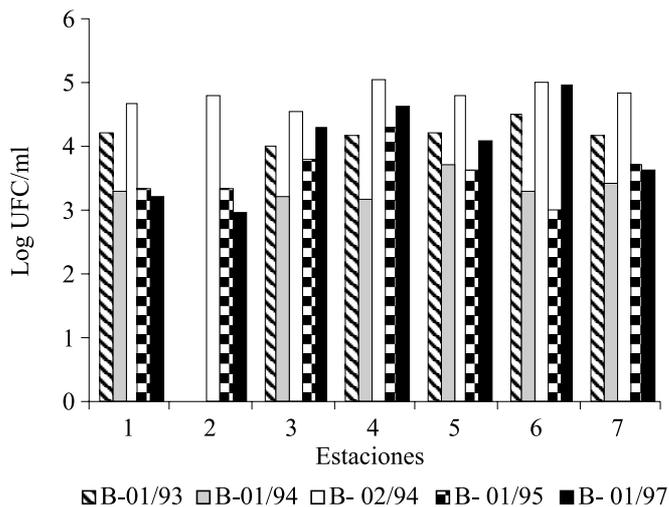


Figura 2. Bacterias heterotrofas mesófilas en las estaciones de muestreo para cada campaña.

Figure 2. Heterotrophic bacteria in the sampling stations for each survey.

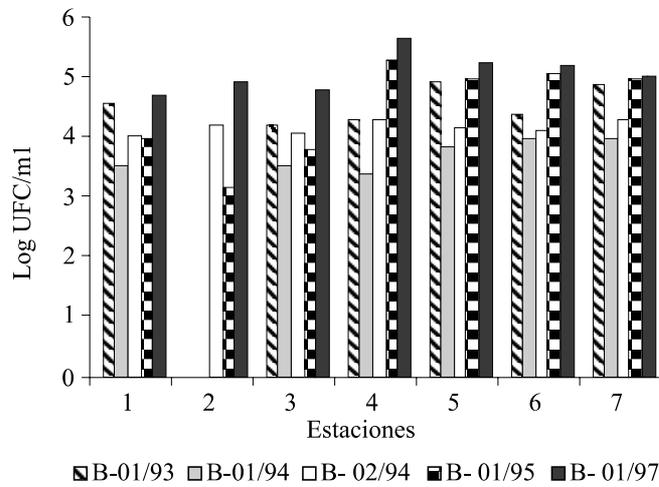


Figura 3. Bacterias coliformes totales en las estaciones de muestreo para cada campaña.
 Figure 3. Total coliform bacteria in the sampling stations for each survey.

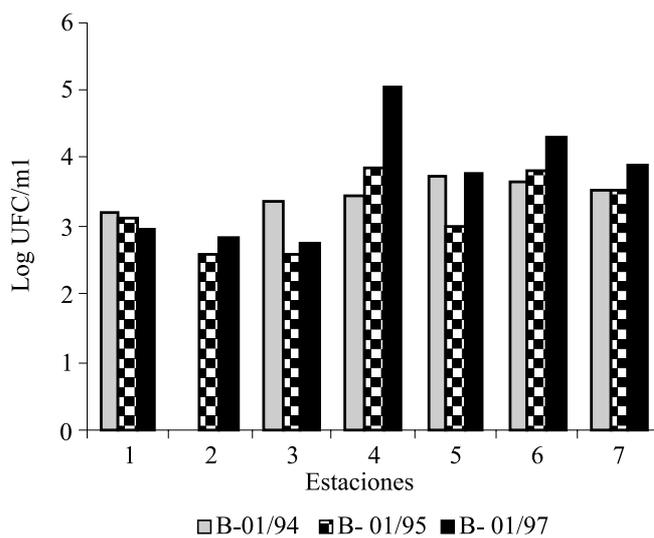


Figura 4. Bacterias coliformes fecales en las estaciones de muestreo para cada campaña.
 Figure 4. Fecal coliform bacteria in the sampling stations for each survey.

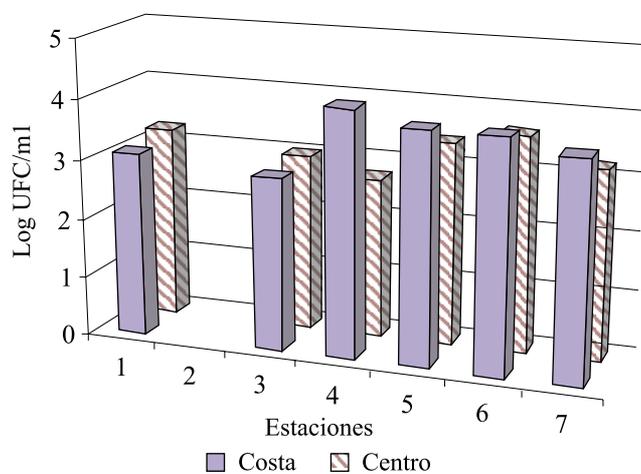


Figura 5. Bacterias coliformes fecales en función de la distancia a la costa.
 Figure 5. Fecal coliform bacteria as a function of distance from the coast.

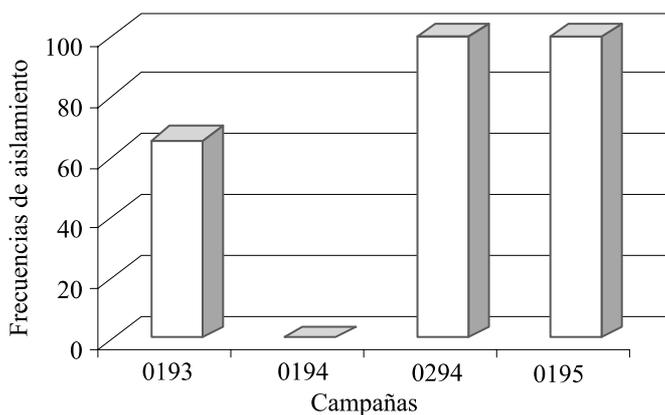


Figura 6. Frecuencia de aislamiento de Vibrio cholerae no O1.
 Figure 6. Frequency of isolation of non-O1 Vibrio cholerae.

La Guía para la preparación de manuscritos puede consultarse en: www.inidep.edu.ar,
www.inidep.gov.ar y en la Serie INIDEP Informe Técnico 44 al 49

Trabajos publicados en la serie *INIDEP Informe Técnico*

- PERROTTA, R.G., MADIROLAS, A., VIÑAS, M.D., AKSELMAN, R., GUERRERO, R., SANCHEZ, F., LOPEZ, F., CASTRO MACHADO, F. & MACCHI, G. 1999. La caballa (*Scomber japonicus*) y las condiciones ambientales en el área bonaerense de "El Rincón" (39°-40° 30' S). Agosto, 1996. INIDEP Inf. Téc. 26.
- HANSEN, J.E. 1999. Estimación de parámetros poblacionales del efectivo de sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*) de la costa continental argentina. INIDEP Inf. Téc. 27.
- HANSEN, J.E. & MADIROLAS, A. 1999. Algunos resultados de las campañas primaverales de evaluación anual de anchoíta bonaerense efectuadas entre 1993 y 1996. INIDEP Inf. Téc. 28.
- VILLARINO, M.F. & AUBONE, A. 2000. Reconstrucción de la distribución de tallas de abadejo (*Genypterus blacodes*) a partir de una distribución de longitudes de cabeza. INIDEP Inf. Téc. 29.
- BEZZI, S. 2000. Síntesis de las evaluaciones y sugerencias de manejo efectuadas sobre el recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) entre el año 1986 y mayo de 1997. INIDEP Inf. Téc. 30.
- LASTA, M., ROUX, A. & BREMEC, C. 2000. Caracoles marinos de interés pesquero. Moluscos gasterópodos volutidos. INIDEP Inf. Téc. 31.
- CAÑETE, G., DATO, C. & VILLARINO, M.F. 2000. Caracterización del proceso de descarte de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la flota de buques congeladores y factorías. Resultados preliminares a partir de los datos recolectados por observadores del INIDEP en seis mareas realizadas entre agosto y diciembre de 1995. INIDEP Inf. Téc. 32.
- ERCOLI, R., GARCIA, J., AUBONE, A., SALVINI, L. & BERTELO, R. 2000. Escape de juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en las redes de arrastre de fondo, mediante la aplicación del dispositivo de selectividad DEJUPA con diferentes distancias entre varillas, utilizando un diseño especial de copo de retención en la grilla. INIDEP Inf. Téc. 33.
- BRUNETTI, N., IVANOVIC, M., ROSSI, G., ELENA, B., BENAVIDES, H., GUERRERO, R., BLANCO, G., MARCHETTI, C. & PIÑERO, R. 2000. JAMARC - INIDEP joint research cruise on Argentine short-finned squid *Illex argentinus*. January-March 1997. Argentine final report. INIDEP Inf. Téc. 34.
- IZZO, A., ISLA, M., SALVINI, L., BARTOZZETTI, J., GARCIA, J., ROTH, R., PRADO, L. & ERCOLI, R. 2000. Artes y métodos de pesca desarrollados en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. INIDEP Inf. Téc. 35.
- LASTA, C., CAROZZA, C., SUQUELLE, P., BREMEC, C., ERRAZTI, E., PERROTTA, R.G., COTRINA, C., BERTELO, C. & BOCCANFUSO, J. 2000. Característica y dinámica de la explotación de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) durante la zafra invernal. Años 1995 a 1997. INIDEP Inf. Téc. 36.
- AUBONE, A. & WÖHLER, O. 2000. Aplicación del método de máxima verosimilitud a la estimación de parámetros y comparación de curvas de crecimiento de von Bertalanffy. INIDEP Inf. Téc. 37.
- PERROTTA, R.G., TRINGALI, L.S., IZZO, A., BOCCANFUSO, J., LOPEZ, F. & MACCHI, G. 2000. Aspectos económicos de la pesquería de la caballa (*Scomber japonicus*) y muestreo de desembarque en el puerto de Mar del Plata. INIDEP Inf. Téc. 38.
- ERCOLI, R., SALVINI, L., GARCIA, J., IZZO, A., ROTH, R. & BARTOZZETTI, J. 2000. Manual técnico del dispositivo para el escape de juveniles de peces en las redes de arrastre - DEJUPA - aplicado a la merluza (*Merluccius hubbsi*). INIDEP Inf. Téc. 39.
- VILLARINO, M.F., SIMONAZZI, M., BAMBILL, G., IBÁÑEZ, P., CASTRUCCI, R. & RETA, R. 2000. Evaluación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en julio y agosto de 1994, entre 34° y 46° S del Atlántico Sudoccidental. INIDEP Inf. Téc. 40.
- CAROZZA, C., PERROTTA, R.G., COTRINA, C.P., BREMEC, C. & AUBONE, A. 2001. Análisis de la flota dedicada a la pesca de corvina rubia y distribución de tallas del desembarque. Período 1992-1995. INIDEP Inf. Téc. 41.
- IRUSTA, G., BEZZI, S., SIMONAZZI, M. & CASTRUCCI, R. 2001. Los desembarques argentinos de merluza (*Merluccius hubbsi*) entre 1987 y 1997. INIDEP Inf. Téc. 42.
- URTEAGA, J.R. & PERROTTA, R.G. 2001. Estudio preliminar de la edad, el crecimiento, área de distribución y pesca de la corvina negra, *Pogonias cromis* en el litoral de la Provincia de Buenos Aires. INIDEP Inf. Téc. 43.
- PERROTTA, R.G. & HERNÁNDEZ, D.R. 2002. Beneficio económico en la pesca de caballa (*Scomber japonicus*) con relación a la temperatura superficial del mar en el área de Mar del Plata. INIDEP Inf. Téc. 44.
- GARCIARENA, A.D., PERROTTA, R.G. & LÓPEZ, F. 2002. Informe sobre el muestreo de desembarque de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) y caballa (*Scomber japonicus*) en el puerto de Mar del Plata: período septiembre 1999-enero 2000, con algunos comentarios sobre el manejo de estos recursos. INIDEP Inf. Téc. 45.
- WÖHLER, O.C., CORDO, H.D., CASSIA, M.C. & HANSEN, J.E. 2002. Evaluación de la polaca (*Micromesistius australis*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1987-1999. INIDEP Inf. Téc. 46.
- CORDO, H.D., MACHINANDIARENA, L., MACCHI, G.J. & VILLARINO, M.F. 2002. Talla de primera madurez del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Atlántico Sudoccidental. INIDEP Inf. Téc. 47.
- SÁNCHEZ, M.F. & MABRAGAÑA, E. 2002. Características biológicas de algunas rayas de la región sudpatagónica. INIDEP Inf. Téc. 48.
- GARCIARENA, A.D. & PERROTTA, R.G. 2002. Características biológicas y de la pesca del savorín *Seriolella porosa* (Pisces: Centrolophidae) del Mar Argentino. INIDEP Inf. Téc. 49.
- COSTAGLIOLA, M., SEIGNEUR, G. & JURQUIZA, V. 2003. Estudios químicos y bacteriológicos del Río Baradero (Argentina): calidad sanitaria del agua y aptitud de los peces para consumo humano. INIDEP Inf. Téc. 50.

Trabajos publicados en la serie *INIDEP Informe Técnico*

- CASSIA, M.C. 1996. Edad y crecimiento de la polaca (*Micromesistius australis* Norman 1937) en el Atlántico Sudoccidental. INIDEP Inf. Téc. 10.
- PERROTTA, R.G. & FERNANDEZ GIMENEZ, A. 1996. Estudio preliminar sobre la edad y el crecimiento del pez palo (*Percophis brasiliensis* Quoy et Gaimard 1824). INIDEP Inf. Téc. 10.
- ROUX, A. & BREMEC, C. 1996. Comunidades bentónicas relevadas en las transecciones realizadas frente al Río de la Plata (35° 15' S), Mar del Plata (38° 10' S) y Península Valdés (42° 35' S), Argentina. INIDEP Inf. Téc. 11.
- VILLARINO, M. 1997. Evolución de las capturas de abadejo (*Genypterus blacodes*) en relación a las de merluza (*Merluccius hubbsi*) por mes y área de pesca durante los años 1987-1990. INIDEP Inf. Téc. 12.
- ROUX, A.M. & FERNANDEZ, M. 1997. Caracterización de los fondos de pesca del langostino patagónico *Pleoticus muelleri* en el Golfo San Jorge y litoral de la Provincia de Chubut-Argentina. INIDEP Inf. Téc. 13.
- DIAZ DE ASTARLOA, J.M., CAROZZA, C.R., GUERRERO, R.A., BALDONI, A.G. & COUSSEAU, M.B. 1997. Algunas características biológicas de peces capturados en una campaña costera invernal en 1993, en el área comprendida entre 34° y 41° S y su relación con las condiciones ambientales. INIDEP Inf. Téc. 14.
- HANSEN, J.E., PERROTTA, R.G., PAJARO, M., SCARLATO, N., CAROZZA, C.R., COTRINA, C.P. & COUSSEAU, M.B. 1997. Muestreo bioestadístico de pescado en el puerto de Mar del Plata. Anchoíta (*Engraulis anchoita*). Período 1986-1990. Caballa (*Scomber japonicus*). Período 1986-1991. Corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). Período 1986-1988. INIDEP Inf. Téc. 15.
- WÖHLER, O.C. 1997. Crecimiento y mortalidad de la castañeta (*Cheilodactylus bergi*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. INIDEP Inf. Téc. 16. WÖHLER, O.C. 1997. Aspectos de la biología reproductiva de la castañeta (*Cheilodactylus bergi*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. INIDEP Inf. Téc. 16.
- IRUSTA, C.G., AUBONE, A., SIMONAZZI, M. & IBAÑEZ, P. 1997. Estimación de los poderes de pesca relativos de la flota de altura convencional merluquera argentina. Zona patagónica: 41°-48° S. INIDEP Inf. Téc. 17.
- VILLARINO, M.F. 1998. Distribución estacional y estructura de tallas del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Mar Argentino. INIDEP Inf. Téc. 18.
- PEREZ, M., AUBONE, A., SIMONAZZI, M. & IRUSTA, G. 1998. Propuesta de estandarización del área barrida en campañas de investigación dirigidas a evaluar juveniles de merluza común (*Merluccius hubbsi*). INIDEP Inf. Téc. 19.
- ERCOLI, R., MITUHASI, T., IZZO, A., GARCIA, J.C. & BARTOZZETTI, J.D. 1998. Investigaciones sobre selectividad de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) con red de arrastre de fondo. INIDEP Inf. Téc. 20.
- PERROTTA, R.G., LASTA, C.A. & AUBONE, A. 1998. Análisis de la estratificación empleada en campañas de evaluación de recursos demersales costeros en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y en El Rincón, 1994. INIDEP Inf. Téc. 21.
- GUERRERO, R. 1998. Oceanografía física del estuario del Río de la Plata y el sistema costero de El Rincón. Noviembre, 1994. INIDEP Inf. Téc. 21.
- CAROZZA, C. & COTRINA, C. 1998. Abundancia relativa y distribución de tallas de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla de red (*Cynoscion striatus*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y en El Rincón. Noviembre, 1994. INIDEP Inf. Téc. 21.
- MACCHI, G. & ACHA, M. 1998. Aspectos reproductivos de las principales especies de peces en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y en El Rincón. INIDEP Inf. Téc. 21.
- LASTA, C., BREMEC, C. & MIANZAN, H. 1998. Áreas ícticas costeras en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y en el litoral de la Provincia de Buenos Aires. Noviembre, 1994. INIDEP Inf. Téc. 21.
- COUSSEAU, B., CAROZZA, C. & MACCHI, G. 1998. Abundancia, reproducción y distribución de tallas del gatuzo (*Mustelus schmitti*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y en El Rincón. Noviembre, 1994. INIDEP Inf. Téc. 21.
- BREMEC, C. & LASTA, M. 1998. Mapeo sinóptico del macrobentos asociado a la dieta en fondos de alimentación de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en el área de El Rincón. Noviembre, 1994. INIDEP Inf. Téc. 21.
- MADIROLAS, A. & CASTRO MACHADO, F. 1998. Observaciones sobre la distribución vertical y caracterización de los registros ecoicos de algunas especies de peces costeros en la plataforma bonaerense. Noviembre, 1994. INIDEP Inf. Téc. 21.
- BREMEC, C.S., LASTA, M.L., LUCIFORA, L. & VALERO, J. 1998. Análisis de la captura incidental asociada a la pesquería de vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica* King & Broderip, 1832). INIDEP Inf. Téc. 22.
- PERROTTA, R.G., PERTIERRA, J.P., VIÑAS, M.D., MACCHI, G. & TRINGALI, L.S. 1998. Una aplicación de los estudios ambientales para orientar la pesquería de la caballa (*Scomber japonicus*) en Mar del Plata. INIDEP Inf. Téc. 23.
- WÖHLER, O.C., GIUSSI, A.R., GARCIA DE LA ROSA, S., SANCHEZ, F., HANSEN, J.E., CORDO, H.D., ALVAREZ COLOMBO, G.L., INCORVAIA, S., RETA, R. & ABACHIAN, V. 1999. Resultados de la campaña de evaluación de peces demersales australes efectuada en el verano de 1997. INIDEP Inf. Téc. 24.
- WÖHLER, O.C. & MARI, N.R. 1999. Aspectos de la pesca de la polaca (*Micromesistius australis*) por parte de la flota argentina en el período 1989-1995. INIDEP Inf. Téc. 25.

(Continúa en el interior de la contratapa)