

***Relevamiento de niveles de pesticidas agrícolas en aguas y tejidos de peces en las grandes lagunas del sistema de Junín
(Resolución UBA CS 2826/99)***

Informe Final

Rolando Quirós

Diciembre, 2001

**Area de Sistemas de Producción Acuática, Departamento de Producción Animal
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires**

Introducción

La alta cuenca del río Salado presenta actualmente un uso mixto de la tierra que, cuando las condiciones hídricas lo permiten, incrementa apreciablemente la proporción de su área dedicada a la agricultura. El aumento de la intensidad de uso agrícola durante la década de los 90's, con un relativamente pobre manejo ambiental del uso de pesticidas agrícolas debería verse reflejado en incrementos estacionales de las concentraciones de pesticidas en agua así como en acumulaciones detectables a nivel de la biota acuática. Al comienzo del estudio no se disponía de resultados previos sobre estudios de determinación de pesticidas agrícolas en aguas y organismos acuáticos de la alta cuenca del río Salado.

El principal objetivo del presente estudio comprendió el evaluar los niveles en agua de los insecticidas y herbicidas de mayor uso real en la región y su eventual acumulación en los niveles tróficos superiores, los peces.

Durante una primera se realizó una encuesta a proveedores y aplicadores en ciudades y pueblos del noroeste de la Provincia de Buenos Aires. Los resultados obtenidos (Rennella y Quirós, 2000) (ver Anexos) sirvieron de base para la confección del listado de insecticidas y herbicidas a determinar, en agua y tejidos de peces, durante el desarrollo de la segunda fase del proyecto. Uno de los resultados más notables de la fase de encuestamiento de aplicadores fue la falta de aplicación de normas de uso ambientalmente sustentables (Rennella y Quirós, 2000). Es de uso común que no se apliquen recaudos adecuados durante la aplicación aérea y se continúe con los pulverizadores abiertos cuando se sobrevuelan arroyos, ríos y lagunas. Hacia el verano medio es común observar, en las lagunas, mortandades masivas de macroinvertebrados acuáticos (Quirós obs. pers.).

La toma de muestras se realizó durante el período julio, 2000 – mayo, 2001 en ocho estaciones que abarcaron aproximadamente unos 150 km del curso superior del río Salado en los partidos de Junín y General Arenales. En el mes de marzo de 2000 se tomaron muestras preliminares en la laguna del Carpincho.

El Municipio de Junín, cofinanciador del proyecto, proveyó los medios y fondos necesarios para ejecutar 82 días de campo para cuatro personas (aproximadamente \$ 25000).

Sitio de Estudio

El sitio de estudio abarcó cuatro tramos de la alta cuenca del río Salado y cuatro lagunas encadenadas: Mar Chiquita, De Gómez Norte, De Gómez Este y del Carpincho. Desde el este-noroeste el río Salado recibe el drenaje de una zona predominantemente agrícola mientras del oeste-sudoeste el drenaje es predominantemente de zonas agropecuarias de uso mixto. En este tramo, el río Salado actúa además como colector de las descargas cloacales urbanas y de sistemas sépticos rurales y urbanos. Por lo tanto, los niveles de nutrientes y de materia orgánica en suspensión son extremadamente altos (Quirós et al, 2000; Rennella y Quirós, 2001). Para el presente proyecto, los sitios de muestreo fueron ubicados en:

- 1.- Río Salado aguas arriba de la Laguna de Mar Chiquita (Salado-MCH)
- 2.- Laguna de Mar Chiquita (MCH)
- 3.- Río Salado entre las lagunas de Mar Chiquita y de Gómez Norte (Salado MCH-PyP)
- 4.- Laguna de Gómez Norte (PyP)
- 5.- Laguna de Gómez Este (Camp)
- 6.- Río Salado entre las lagunas de Gómez Este y del Carpincho (Salado Camp-Carp)
- 7.- Laguna del Carpincho (Carp)
- 8.- Río Salado aguas debajo de la laguna del Carpincho (Salado-Carp)

Las muestras de agua fueron tomadas mensualmente en todos los sitios de muestreo mientras que los peces fueron muestreados mensualmente, durante cuatro noches, en todas las lagunas (ver Anexo Peces). Estas fueron mantenidas bajo frío y dentro de la semana fueron transportadas al laboratorio para su procesamiento y análisis.

Durante el período estudiado el río Salado presentó caudales de descarga anormalmente altos, muy por encima de su descarga media histórica.

Materiales y métodos

Todas las muestras de agua fueron tomadas en biótopos de aguas abiertas. El centro del canal principal en el río Salado y en la zona pelágica de las lagunas. Los muestreos de peces se realizaron en la zona pelágica de las lagunas.

• Muestreo Preliminar – Marzo 2000

Se realizó un análisis preliminar de muestras de agua, músculo e hígado de peces procedentes de la laguna del Carpincho en marzo de 2000. Las muestras fueron procesadas y analizadas por el laboratorio TRAQUIM.

En agua no se detectaron pesticidas de uso agrícola (insecticidas, herbicidas).

Dada la tendencia de formar emulsiones estables, se investigó la presencia de tensioactivos, ya sea por el método S.M., 5540-C, o por GC/MS, donde se buscaron tensioactivos no iónicos, con resultados negativos en ambos casos. Tampoco se encontraron bases orgánicas nitrogenadas.

En músculo de peces no se detectaron pesticidas de uso agrícola (insecticidas, herbicidas).

En hígado no se detectaron pesticidas de uso agrícola (insecticidas, herbicidas).

El análisis cromatográfico se realizó en las siguientes condiciones:

Equipo	Hewlett-Packard HP 6890
Detector	HP 5973 MSD
Columna	HP 5. Cpillar.cross linked. Esp. 0.25 μ Long. 30 m. diám. Int. 0.25 mm
Temp	50° . 5 min 8° / min. 280°
Gas portador	Helio
Relación de división de entrada	30 : 1
Inyección	30 μ l
Temp. del inyector	250°

• **Muestreos Julio 2000 - Mayo 2001**

Se recibieron mensualmente (desde Julio de 2000 hasta Mayo de 2001, exceptuando el mes de septiembre de 2000) muestras de 3 L de aguas superficiales (en frascos de vidrio con tapa plástica, a excepción de las muestras de Julio que estaban en bidones de plástico de 5 L) de las siguientes lagunas y secciones del río Salado:

- 1.- Río Salado aguas arriba de la Laguna de Mar Chiquita (Salado-MCH)
- 2.- Laguna de Mar Chiquita (MCH)
- 3.- Río Salado entre las lagunas Mar Chiquita y de Gómez norte (Salado MCH-PyP)
- 4.- Laguna de Gómez norte (PyP)
- 5.- Laguna de Gómez este (Camp)
- 6.- Río Salado entre las lagunas de Gómez este y del Carpincho (Salado Camp-Carp)
- 7.- Laguna del Carpincho (Carp)
- 8.- Río Salado aguas debajo de la laguna del Carpincho (Salado-Carp)

Los extractos de estas muestras se rotularon según las tres primeras letras del mes en el que fue tomada la muestra y un número que se corresponde con el de la laguna o sección del río de la lista anterior. Así “Mar-02” indica que la muestra es del mes de marzo y fue tomada en la laguna Mar Chiquita.

También se recibieron muestras de peces (hígado y músculo). Los rótulos de las muestras llevaban la indicación del lugar y fecha de muestreo (sólo lagunas), el tipo de pez (Peje indica pejerrey, B bagre, BG bagarito) y A o B en el caso de haber dos muestras para un mismo lugar, tratándose una de un único pez de gran tamaño, y otra de una mezcla conjunta de varios peces de menos tamaño (por ejemplo: Peje A MCH 02/01). Los extractos de estas muestras llevan por rótulo las tres primeras letras del mes en el que fue tomada la muestra y un número cuya decena se corresponde con el de la lista indica el lugar del muestreo y la unidad se corresponde con el tipo de pez y naturaleza de la muestra (los números impares indican muestras de hígado y los pares de músculo). Las unidades del número del rótulo 1 y 2 corresponden a muestras Peje A, 3 y 4 a Peje B, 5 y 6 a bagre sapo o bagarito (según el mes), y 7 y 8 a tararira. Así “Mar-22” indica que la muestra es del mes de Marzo, fue tomada en la laguna de Mar Chiquita y es de músculo Peje A.

➤ **Procesamiento de las muestras**

El procesamiento de todas las muestras se realizó en el Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, de acuerdo a las siguientes técnicas:

- Muestras de aguas superficiales

Se procedió a la extracción de las muestras de agua basándose en el método 3510 de EPA (US EPA, Method 3510, Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction) (1).

Tratamiento para 1 L de agua:

Se tomó la muestra y se extrajo con 100 ml de CH_2Cl_2 en ampolla de 2 L. Se formaron emulsiones que se rompieron con sucesivas decantaciones a ampollas de menor volumen. La fase orgánica se colectó en un erlenmeyer. Luego se llevó el pH de la muestra a 7 con solución saturada de NH_4Cl y se repitió la extracción con 60 ml de CH_2Cl_2 . Los extractos orgánicos se secaron sobre sulfato de sodio anhidro granular. Se filtró el extracto y se evaporó a presión reducida en un balón de 500 ml. Una vez evaporado el solvente (evitando sequedad), se maceró con pequeños volúmenes de diclorometano y se llevó a 1 ml final (en caso de que se excediera el volumen, se evaporó bajo flujo de nitrógeno). El extracto se guardó en un vial rotulado color caramelo con tapón de teflón y se selló con Parafilm* para su posterior análisis CG.

- Muestras de tejidos de peces (hígado y músculo)

Se toma como base el método de la AOC 983.21 (AOAC, *Official Methods of Analysis*, 16 th ed., Cunniff, P., Ed.: Gaithersburg, Md., ch. 10, p. 12. (2).

Se pesa la muestra a tratar. A continuación se detalla el procedimiento para muestras de 20 g. Para aquellas que difieran de los 20 g, se usaron cantidades proporcionales de solvente y sulfato de sodio anhidro granular.

Tratamiento para una muestra de 20 g.:

El tejido se cortó en trozos muy pequeños, y se le agregó sulfato de sodio anhidro granular (20 g) embebido en diclorometano. Se mezclaron y desmenuzaron totalmente con una varilla de vidrio, y se dejó en reposo unos minutos. Se agregó más diclorometano (100 ml), se mezcló y se continuó la sonicación otros 5 minutos. Se dejó decantar, y se separó la fase líquida por filtración. Sobre el residuo sólido se repitió la extracción con diclorometano (1 x 100, 1 x 70 ml) usando ultrasonido. Los extractos orgánicos reunidos se secaron sobre sulfato de sodio anhidro, se filtraron y concentraron a 3 ml por destilación a presión reducida.

El concentrado se pasó a través de una columna (10 x 300 mm) de Florisil* (4 g), con una capa superior de sulfato de sodio anhidro granular (1 cm). Luego, la

columna se lavó con diclorometano (25 ml), se cargó el concentrado y se eluyó con diclorometano (35 ml). Se enjuaga con diclorometano (1 ml).

El extracto se evaporó a presión reducida en un balón de 500 ml. Una vez evaporado el solvente (evitando sequedad), se maceró con pequeños volúmenes de diclorometano y se llevó a 1 ml final (en caso de que exceda el volumen, se evaporó bajo flujo de nitrógeno). El extracto se guardó en vial rotulado color caramelo con tapón teflón y se selló con Parafilm* para su posterior análisis por GC.

➤ **Análisis de las muestras**

1.- Análisis realizados en LANAIS-EMAR

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

Las ocho muestras de agua del mes de julio de 2000 fueron tratadas y posteriormente analizadas por cromatografía gas-masa en un equipo Shimadzu Gas Cromatograph GC-17 A con detector GCMS-QP5050A de FOMEC, según las condiciones utilizadas por el LANAIS - EMAR:

Columna Capilar CP-SIL 5CB, largo 50 m, DI 0,32 mm. Carrier: He, 20 psi.
Rampa de 20°C/min desde 60°C hasta 300°C, luego isoterma. Inyector a 280°C.
Volumen de inyección 2µl.

Se prepararon soluciones patrones de estándares de lindano, o, *p'*DDD, o, *p'*DDT, o, *p'*DDE, metoxiclor, heptaclor epóxido, heptaclor, mirex, sevin (carbonil), aldrín, dieldrín, toxafeno, paratión y malatión.

No se halló presencia de pesticidas en las muestras. Todas presentaban un patrón similar, conteniendo ftalatos (muy posiblemente de los envases), ácidos grasos, hidrocarburos y esteroides.

Se realizó también un blanco de cada uno de los solventes utilizados para las extracciones.

2.- Análisis realizados en CIC

Los análisis de pesticidas organoclorados y de bifenilos policlorados (PCB) de las restantes muestras que se informan en las Tablas adjuntas (Tablas 1 a 14) se realizaron en CIC en las condiciones siguientes:

El análisis se realizó por cromatografía gaseosa con detector de captura de electrones (ECD) con una columna capilar HP5 MS de 30m, diámetro interno 0,32 mm.

Las muestras fueron evaporadas a presión reducida para eliminar el diclorometano. Los extractos se pasaron previamente por columna de alúmina para eliminar ácidos grasos y luego se concentraron a 1 ml de hexano grado pesticida. Se inyectó en el cromatógrafo 1 μ l de las soluciones mencionadas.

Para las determinaciones de pesticidas clorados se utilizaron patrones certificados provistos por AccuStandard. Para las determinaciones de PCB, se empleó patrón conteniendo 0,8 μ g/ml de una mezcla de Arochlor 1242, 1254 y 1260, en hexano. Se preparó por dilución de patrones certificados, provistos por dichos patrones certificados. Se efectuaron corridas con el espectrómetro de masas para confirmar los positivos.

Resultados

Pesticidas de uso agrícola

No fueron detectados pesticidas de uso agrícola en las aguas abiertas de la alta cuenca del río Salado durante el período julio 2000 – abril 2001. Sin embargo, durante el período estudiado el río Salado presentó caudales de descarga anormalmente altos, muy por encima de su descarga media histórica. La alta dilución puede explicar, en parte, el que prácticamente no se hayan detectado pesticidas de uso agrícola en las aguas de la alta cuenca del río Salado. El detalle de los resultados se presenta en el Anexo pesticidas.

En tejidos de peces fueron detectados (Figuras 1 y 2), en concentraciones muy cercanas al límite de detección, los insecticidas metoxiclor (organoclorado) y clorpirifos (organo- fosforado), durante y posterior al período de aplicación (verano 0, durante los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2001), no pudiendo cuantificarse por estar debajo del límite de detección.

Como era de esperar las concentraciones fueron mayores en hígado que en músculo de peces. Sin embargo, sus concentraciones sólo pudieron aproximarse por estar por debajo del límite de detección. El patrón de presencia en peces indicaría que los niveles de metoxiclor y clorpirifos detectados están ligados a su aplicación y probablemente no siguiendo normativas ambientalmente amigables. Ambos compuestos generalmente

entran al medio ambiente acuático por aplicación directa al cuerpo de agua o por lavado desde los ecosistemas terrestres que fueron tratados con los mismos. El metoxiclor parece tener un bajo potencial de bioacumulación en organismos superiores, incluidos los peces. Por otra parte, los peces metabolizan y excretan rápidamente el clorpirifos. Tiempos de vida media de 2.3-10 h han sido reportados en peces. Sin embargo, alguna bioacumulación de clorpirifos puede esperarse (CWQG, 1996). En peces es común hallar concentraciones detéctables de ambos compuestos luego de aplicaciones realizadas directamente sobre los cuerpos de agua (CWQG, 1996). Pesticidas organoclorados han sido detectados en la albufera de Mar Chiquita (Partido de Mar Chiquita) (Menone et al, 2000).

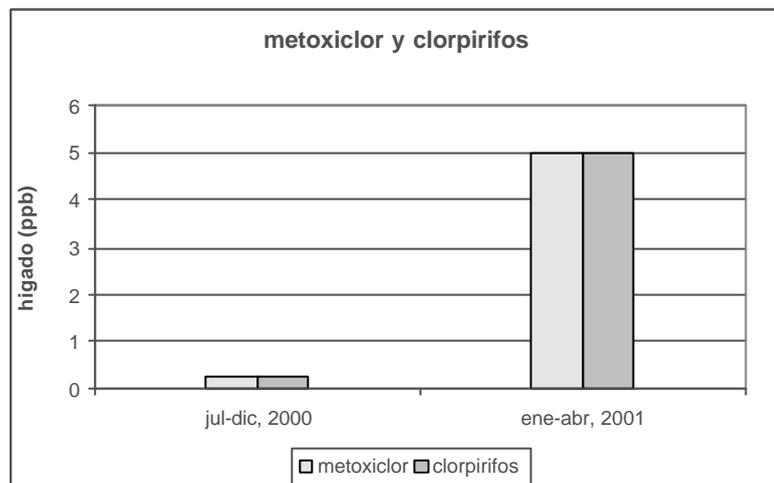


Figura 1. Límite superior de concentración media de metoxiclor y clorpirifos en hígado de peces en lagunas de la alta cuenca del río Salado (se estima sobre el límite de detección).

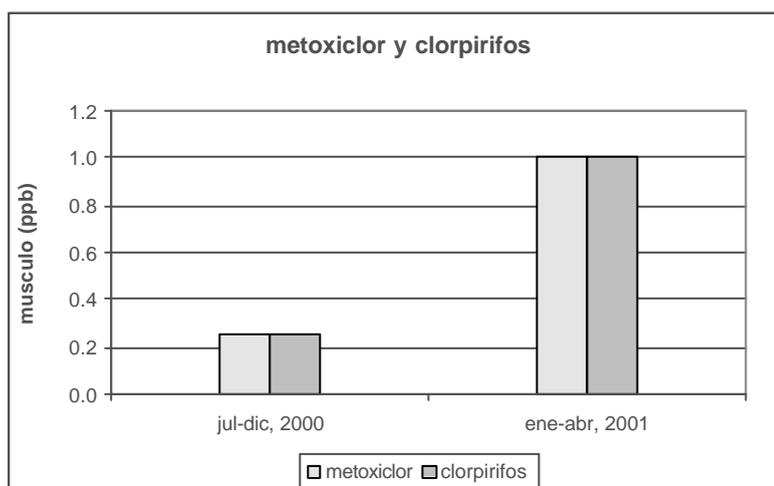


Figura 2. Límite superior de concentración media de metoxiclor y clorpirifos en músculo de peces en lagunas de la alta cuenca del río Salado (se estima sobre el límite de detección).

Bifenilos policlorados (PCBs)

Durante su ejecución, el principal objetivo del presente proyecto era el relevamiento de núcleos de pesticidas agrícolas en aguas y tejidos de peces en las grandes lagunas del sistema Junín. Sin embargo, durante los barridos en búsqueda de los mismos se sospechó de la presencia de bifenilos policlorados (PCBs). Por este motivo, se analizó, además de los pesticidas de uso agrícola, la presencia de PCBs en la alta cuenca del río Salado.

Concentraciones de PCBs totales en agua

Los mayores valores en agua (Tabla 1) se determinaron en la Laguna de Mar Chiquita Jul-02: 3 ppb; Oct-02: 3,2 ppb; Nov-02: 3 ppb. No se detectaron PCB en enero, febrero, mayo y abril de 2001. En los otros sitios de muestreo las concentraciones oscilan entre 1 y 0,1 ppb para julio; 2 y 0,5 ppb en octubre; 1,8 y 0,2 ppb en noviembre. Al igual que para la Laguna de Mar Chiquita no se detectaron PCB en los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2001.

Tabla 1. Concentraciones medias de PCB's totales en agua (ug/L). Alta cuenca del río Salado, julio, 2000 - abril, 2001.

estación	MCH		Gomez N		Gomez E		CARP	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Jul-00	1.1	3.1	1.2	1.1	1.2	0.1	0.1	0.01
Ago-00								
Sep-00								
Oct-00	2	3.2			1.9		0.5	
Nov-00		3		1.5	1.8		0.2	
Dic-00								
Ene-01		0.01			0.01		0.01	
Feb-01		0.01			0.01			
Mar-01		0.01		0.01	0.01		0.01	
Abr-01	0.01			0.01			0.01	

En todos los casos los valores fueron superiores a los niveles guía de Argentina para la protección de la biota acuática, de PCBs totales menores a 0.001 ppb (RA, 1993). Un resultado gravísimo desde el punto de vista de la salud pública lo constituye el hecho que, en algunos casos, las concentraciones más altas estuvieron cercanas al límite de solubilidad de los PCBs en agua (10 ppb - 3 ppb, en función del grado de cloración).

Los PCBs han sido extensivamente utilizados por la industria de los países desarrollados, hasta comienzos de la década de los 80, por sus excelentes características físico-químicas. Su uso más común en la agricultura fue como extensor de pesticidas de uso agrícola (CWQG, 1996). No se posee información sobre su uso actual en Argentina, sin embargo, la disposición clandestina de PCBs provenientes de capacitores y transformadores eléctricos, debido a sus efectos cancerígenos, es de frecuente tratamiento por los medios de difusión.

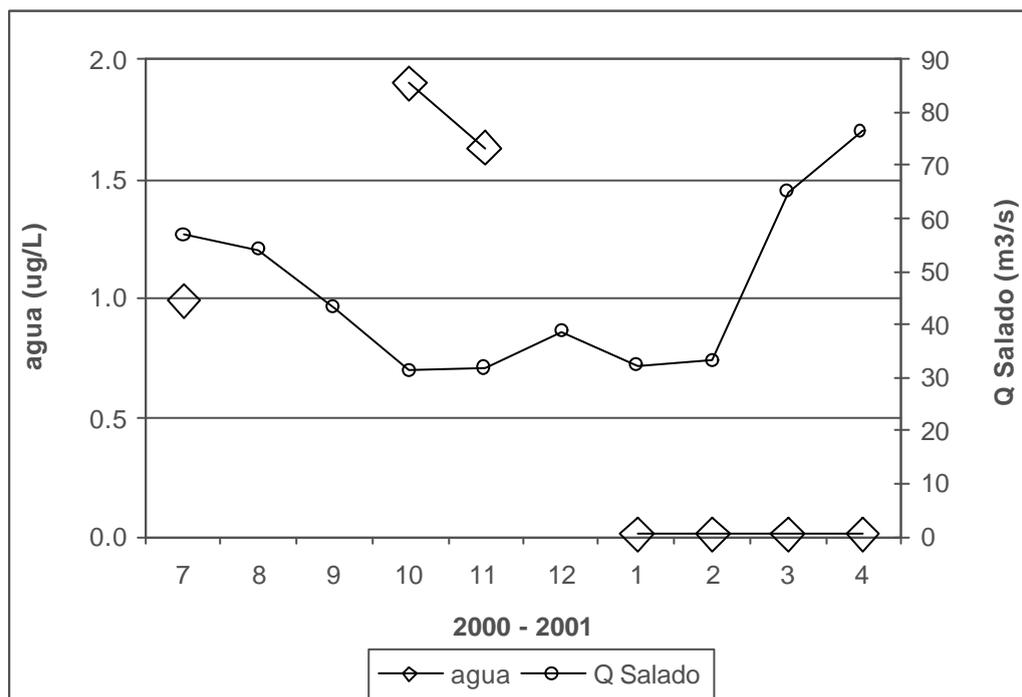


Figura 3. Concentración de PCBs totales en agua y caudal de descarga del río Salado durante el período estudiado.

La magnitud de las concentraciones de PCBs totales en agua, abarcando el límite de solubilidad en agua de los menos clorados, y su

disminución hacia aguas abajo (Tabla 1, Fig. 1), indicaría la presencia de una fuente puntual de vertido de PCBs de importancia (basural, entierro clandestino, descarga industrial) en las inmediaciones hacia aguas arriba de la laguna de Mar Chiquita. El hecho que el río Salado haya presentado descargas anormalmente altas durante el período de estudio pudo haber contribuído a que las concentraciones de PCBs totales en agua disminuyeran rápidamente hacia los primeros meses de 2001 (Fig.1).

La US EPA recomendaba, en 1976, un límite de 1 ng/L de PCBs totales en agua, para la protección de la biota acuática y sus consumidores, incluido el hombre. En dicha norma se incluía una recomendación para realizar todos los esfuerzos posibles para disminuir la exposición humana a los PCBs. En 1980 ese límite fue llevado, por la misma US EPA, a 14 ng/L. Sin embargo, ese límite fue duramente criticado debido a la metodología utilizada para fijarlo. Canadá, y la mayoría de sus provincias, fijaron un límite máximo de 1 ng/L de PCBs totales para la para la protección de la biota acuática y sus consumidores (CWQG, 1996).

Concentraciones de PCBs totales en tejidos de peces

Las concentraciones de PCBs totales también fueron altas, en todas las estaciones (Figuras en tejidos de peces de todas las especies y tamaños (Tablas 2 y 3, ver Anexo Pesticidas). Los mayores valores se encontraron en hígado (36 ppb) de pejerrey en Mar Chiquita, en julio de 2000, (30 ppb) y en noviembre de 2000.

Tabla 2. Concentraciones medias de PCB's totales en músculo de peces (peso fresco, ug/kg). Alta cuenca del río Salado, julio, 2000 - abril, 2001.

	MCH	GOMEZ N	GOMEZ E	CARP
estación	2	4	5	7
Ene-01				< 1.0
Feb-01	< 1.0		< 1.0	
Mar-01	< 1.0			
Abr-01		< 1.0		

Tabla 3. Concentraciones medias de PCB's totales en hígado de peces (peso fresco, ug/kg). Alta cuenca del río Salado, julio, 2000 - abril, 2001.

	MCH	GOMEZ N	GOMEZ E	CARP
ppb	2	4	5	7
Jul-00	30		6	2.5
Ago-00				
Sep-00				
Oct-00	5		4.3	5
Nov-00	36	10	1	15
Dic-00				
Ene-01				7.5
Feb-01	12		10	
Mar-01	10			
Abr-01		5		

A diferencia de las concentraciones en agua, las concentraciones de PCBs totales en tejidos de peces no disminuyeros hacia comienzos de 2001 (Fig. 4).

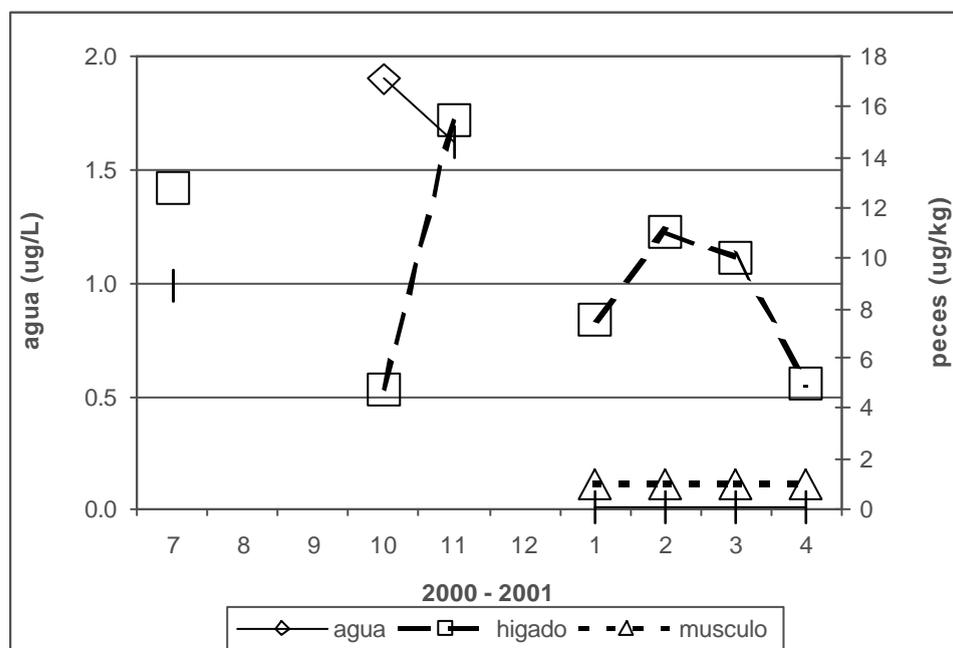


Figura 4. Concentración de PCBs totales en agua y en tejidos de peces durante el período estudiado.

Como era de esperar, los peces actuaron como bioacumuladores (Figuras 5 y 6). Sin embargo, los niveles detectados, si bien altos y graves desde el punto de vista de la salud pública, no alcanzaron las concentraciones que alcanzan en ambientes cargados crónicamente con PCBs. La trucha de lago de los Grandes lagos de Norteamérica cuando alcanza los 30 cm de longitud generalmente contiene mas de 5 ug/g de PCBs totales. Para esos ambientes, la concentración en agua de PCBs oscila crónicamente alrededor de los 0,01 ug/L. Este último valor fue superado por las concentraciones de PCBs en la alta cuenca del río Salado durante el 2000. Sin embargo, las concentraciones en tejidos de peces fueron sustancialmente menores a 5 ug/g.

La alta cuenca del río Salado no es una región altamente industrializada en la cual pueda sospecharse de vertidos continuos de PCBs totales hacia las aguas de superficie. El origen de los bifenilos policlorados, PCBs, es generalmente industrial. En conclusión, lo discutido arriba junto a la distribución espacial de las concentraciones de PCBs totales en hígado de peces (Tabla 2), refuerza la hipótesis de un vertido o enterramiento clandestino aguas arriba de la laguna de Mar Chiquita.

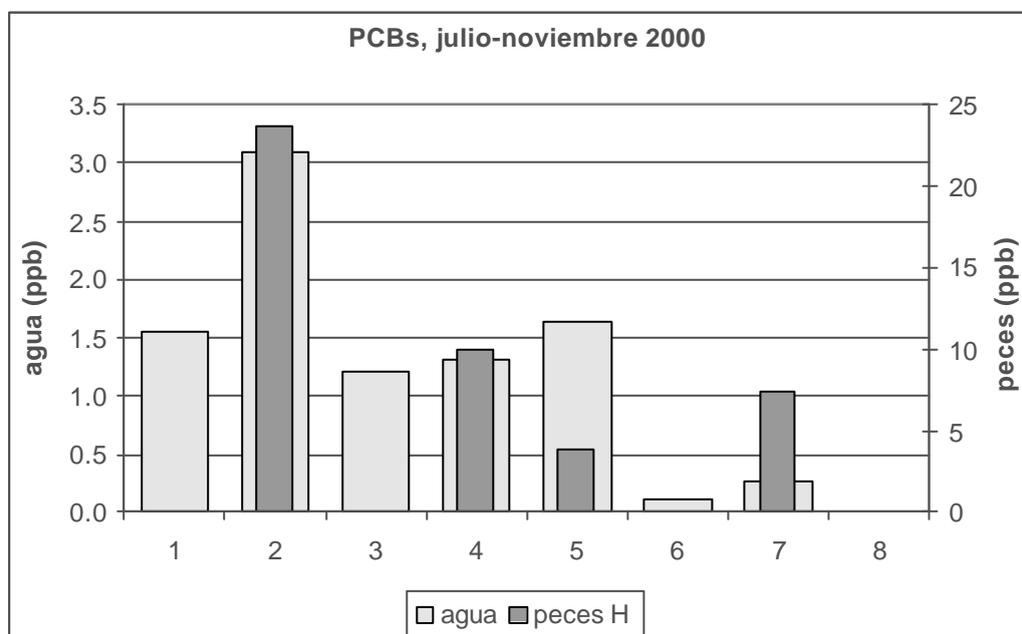


Figura 5. Concentración media de PCBs totales en agua y en tejidos de peces (hígado) en el río Salado desde aguas arriba de Mar Chiquita (1) hasta aguas abajo del Carpincho (8), período julio-noviembre de 2000.

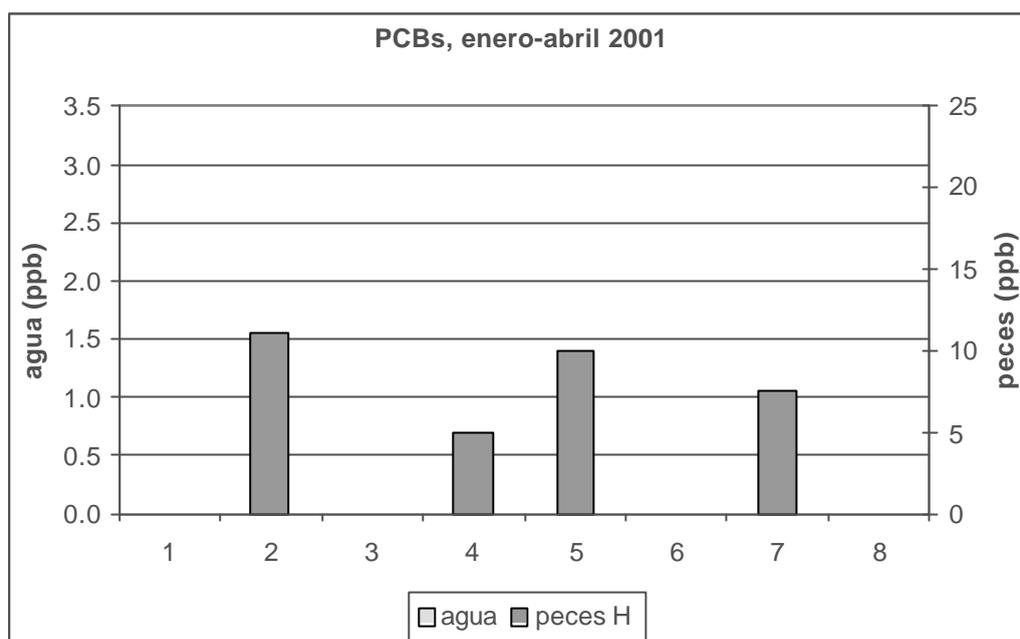


Figura 6. Concentración media de PCBs totales en agua y en tejidos de peces (hígado) en el río Salado desde aguas arriba de Mar Chiquita (1) hasta aguas abajo del Carpincho (8), período enero-abril de 2001.

Esta no es la primera ocasión en que se detectan altos niveles de PCBs totales en tejidos de peces en la región pampeana. Los valores más altos de PCBs encontrados en la Laguna de Mar Chiquita (Junín) están dentro del orden de lo hallado en hígado para la albufera de Mar Chiquita por otros autores (Menone et al, 2000). En la Bahía de Samborombón se determinaron PCB en hígado de *Micropogonias furnieri* en concentraciones de 0.29 ppb (macho) y 0.17 ppb (hembra) (Lanfranchi et al, 1998).

Con respecto a la aptitud para el consumo humano, la IJC (1975) recomendaba una concentración máxima de 100 ug/kg (en peso fresco) de PCBs totales para la protección de las aves piscívoras y los mamíferos, incluido el hombre. Durante los comienzos de la década de los 90, la US FDA manejaba niveles de 5000 ug/kg para la acción de limitación de consumo. En 1998, la misma US FDA (USFDA, 1998) fijó un nivel de tolerancia de 2.0 ppm, sustancialmente menor a los anteriores, para la parte consumible de los animales acuáticos. Los niveles de PCBs totales detectados en la alta cuenca del río Salado ameritan un estudio de detalle de

niveles de PCBs en peces de la alta cuenca del río Salado por parte de las autoridades sanitarias.

Bibliografía

APHA, 1997. Standard Methods for water and Wastewater Analysis, 20th Edition, 1997, publisher American Public Health Association.

CWQG, 1996. Canadian Water Quality Guidelines. Inland Water Directorate, Ottawa, Ontario, Canada.

Donald DB, Stern GA, Muir DCG, Fowler BR, Miskimmin BM, Bailey R. *Environ. Sci. Technol.* (1998), 32, 1931-1937.

EPA. Compilation of EPA's, Sampling and Analysis Methods, 2nd Edition, Edited by Lawrence H. Keith.

IJC, 1975. Great lakes Water Quality 1974. 3rd. Annual Report. Appendix A. Great Lakes Water Quality Board, International Joint Commission, Windsor, Ontario, Canada.

Lanfranchi AL. Aizpún de Moreno JE. Moreno VJ. Metcalfe T. Menone ML. (1998) Distribution of Organochlorine Compounds in Tissues of Croaker (*Micropogonias furnieri*) from Samborombón Bay, Argentina. *Environmental Sciences*, 6: 55-67. MYU Tokyo.

Menone ML. Aizpún de Moreno JE. Moreno VJ. Lanfranchi AL. Metcalfe TL. Metcalfe CD (2000) PCBs and Organochlorines of Silverside (*Odontesthes bonariensis*) from a Coastal Lagoon in Argentina. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 38: 202-208

Official Methods of Analysis, 16 th ed., Cunniff, P., Ed.: Gaithersburg, Md., ch.

RA, 1993. Decreto 831/93 - Reglamentación de Ley 24.051 de Residuos Peligrosos. República Argentina.

USFDA, 1998. Environmental Chemical Contaminants And Pesticides. Center for Food Safety & Applied Nutrition. Fish And Fishery Products. Hazards and Controls Guide. Chapter 9. U.S. Food & Drug Administration, USA.