

Peces y sedimentos: dos matrices para la vigilancia de la contaminación por sustancias peligrosas en la cuenca del río Ebro.

C. Duran Lalaguna, A. Puig Infante, L. Pinilla Lopez-Oliva.

Area de Calidad de Aguas. Confederacion Hidrografica del Ebro. Pº Sagasta, 24-28. 56071 Zaragoza. Tel.: 976 221993. FAX 976 214596. e-mail: cduran@chebro.es

RESUMEN

La Directiva 76/464/CEE obliga a los Estados Miembros a eliminar la contaminación causada por sustancias peligrosas clasificadas como de Lista I, para ello preve la implantación de medidas de vigilancia en la fuente de emisión y/o en el medio receptor. Basicamente el control en la fuente se realiza por imposición de un límite de emisión en la autorización de vertido para cada una de las sustancias de lista I que se vierten a través de las aguas residuales. En el medio receptor se debe asegurar y vigilar que se respeta el objetivo de calidad establecido para cada una de las sustancias en el agua, el sedimento y la biota. La Confederacion Hidrografica del Ebro ejecuta estas obligaciones limitando la emisión de las sustancias en la autorización de vertido con las normas de emisión legales. Además ha establecido la Red de Control de Sustancias Peligrosas cuya finalidad es vigilar el cumplimiento del objetivo de calidad de las sustancias de lista I en el agua, el sedimento y los peces susceptibles de estar contaminados, es decir, localizados en puntos aguas abajo de los focos de emisión reales o posibles. La estandarización de la red finalizó en 1997; consta de 9 estaciones y se analiza: mercurio; cadmio; DDT y metabolitos; aldrin; endrin; dieldrin; isodrin; triclorobencenos; hexaclorobenceno; hexaclorobutadieno; HCH e isómeros; pentaclorofenol; cloroformo, tetracloruro de carbono; tricloroetileno, percloroetileno y 1,2-dicloroetano, las matrices que se controlan son agua, sedimento y peces. Con este artículo se pretende exponer los criterios aplicados en el diseño de la Red de Control de Sustancias Peligrosas con el fin de promover el intercambio de información sobre la mejor aplicación de la Directiva 76/464/CEE.

Palabras clave: agua, sedimento, biota, peces, sustancias orgánicas, compuestos organoclorados, metales, sustancias peligrosas, Directiva 76/464/CEE, objetivos de calidad, Lista I.

ABSTRACT

According to European Directive 76/464/EEC, Member States must take appropriate action to eliminate pollution of waters by the dangerous substances included in List I. Two basic approaches will achieve this objective, i.e. an emission limit value (ELV) approach, and a water quality objective (WQO) based approach. The ELV approach requires that all discharges into waters including substances in List I need authorisation. Thus, emission standards for substances in List I must be laid down. The WQO-based approach ensures that the area affected by discharges complies with fixed quality objectives for water: sediments and biota. The Confederacion Hidrográfica del Ebro (CHE) has implemented the Directive by limiting all discharges including List I compounds. In discharge authorisations by CHE, emission limits are fixed. In addition, CHE has established a "Dangerous Substances Monitoring Network", to test the compliance of waters, sediments and biota with quality standards (i.e. the WQO-based approach), downstream of every point source. The network was standardised in 1997. Today, there are nine sampling stations, and samples are analysed for the following pollutants: mercury, cadmium; HCH and isomers; DDT and metabolites; carbon tetrachloride; pentachlorophenol; aldrin, dieldrin, endrin and isodrin; hexachlorobenzene; hexachlorobutadiene; chloroform; 1,2 - dichloroethane (EDC); trichloroethylene (TRI); perchloroethylene (PER); and trichlorobenzene (TCB). These substances are monitored in water; sediments and biota. This article exposes the criteria applied to design the Dangerous Substances Monitoring Network, with an aim to informing about proper implementation of Directive 76/464/EC.

Key Words: water; sediment, biota, fish, organic substances, organochlorine compounds, metals, dangerous substances, 76/464/EEC Directive, Quality Objectives, List I.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la UE se regula la protección de las aguas frente a la contaminación causada por sustancias peligrosas a través de un conjunto de directivas derivadas de la Directiva 76/464/CEE. En este marco, un compuesto químico se considera peligroso si es tóxico, persistente y bioacumulable que, en siglas, se denomina compuesto PBT. Por persistencia se entiende la capacidad de las sustancias de permanecer en el medio ambiente durante un período de tiempo largo, por bioacumulación la tendencia a acumularse en los tejidos animales y por toxicidad la posibilidad de provocar efectos negativos en el ecosistema.

La directiva 76/464 distingue dos categorías de sustancias peligrosas: las de lista I y las de lista II; los compuestos de lista I son especialmente peligrosos y por ello debe eliminarse la contaminación que provocan. Dado que los de lista II son menos perjudiciales, la medida a aplicar es la reducción de la contaminación para asegurar que su concentración en el medio ambiente no cause efectos negativos. Las directivas promulgadas por la Comisión para eliminar la contaminación por sustancias de lista I fijan los límites de emisión (en adelante LE) que se pueden autorizar en los vertidos de aguas residuales así como los objetivos de calidad (en adelante OCA) que se deben respetar en el medio afectado por un vertido. Son sustancias de lista I todos aquellos compuestos sobre los que se ha legislado: mercurio; cadmio; DDT y metabolitos; aldrin; endrin; dieldrin; isodrin; triclorobencenos; hexaclorobenceno; hexaclorobutadieno; HCH e isómeros; pentaclorofenol; cloroformo, tetracloruro de carbono; tricloroetileno; percloroetileno y 1,2-dicloroetano. Por regla general, si se autoriza un vertido con los LE legales no es necesario vigilar el respeto del OCA pero, en la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante CHE) se ha decidido controlar ambos objetivos con el fin de asegurar una vigilancia más integrada de la calidad de las aguas superficiales. Esta vigilancia se realiza a través de la Red de Control de Vertidos y de la Red de Control de Sustancias Peligrosas en Aguas Superficiales (en adelante RCSP) El OCA que debe respetarse en el agua es

una concentración concreta del orden de 1 mg/l; sin embargo, en sedimentos y biota no es una concentración específica sino un criterio que recibe el nombre de *principio de standstill* y que se fundamenta en que la concentración de la sustancia en estas matrices, no aumente de forma significativa con el tiempo, por lo tanto, deben vigilarse las tendencias temporales de los compuestos.

Este artículo pretende exponer los principios sobre los que se ha basado el diseño de la red que analiza el agua, sedimento y la biota (peces) en tramos afectados o susceptibles de ser afectados por vertidos de sustancias de lista I con el fin de vigilar el respeto del OCA. La directiva 76/464 y derivadas son poco explícitas en los criterios que determinan las características de la red, por lo tanto se ha recurrido a un equipo interdisciplinar de expertos para su diseño. Esta red se inició en 1992 y quedó definitivamente establecida en 1997 tras un trabajo de optimización y estandarización de la misma. Se compone de 9 estaciones (Tabla 1) distribuidas a lo largo de la Cuenca del Ebro ubicadas aguas abajo de vertidos que emiten sustancias de lista I (control de contaminación puntual) así como de ciudades que pudieran ser posibles focos de emisión (control de contaminación difusa). Los compuestos analizados son los mencionados en el párrafo anterior. Las matrices que se controlan son agua, sedimento y peces. Dado que todos los Organismos de Cuenca deben establecer una red de estas características, se considera interesante exponer los criterios de diseño ya que, si se unifican las variables que determinan la red, es más fácil comparar los resultados y así facilitar el diagnóstico del estado de las aguas continentales. Actualmente, se ha ampliado la red a 18 puntos con el fin de valorar la contaminación causada por sustancias de lista II.

ESTACIONES DE MUESTREO

En el diseño de una red es importante determinar además de las Estaciones de Muestreo, el punto exacto de toma de muestra ya que si no está bien seleccionado puede invalidar todo el trabajo siguiente, aunque la analítica se realice respetan-

Table 1. Estaciones de Control. *Location of sampling stations.*

CÓDIGO	ESTACIÓN	VIGILANCTA
ESTACIÓN T-1	Rio Gállego en Jabarrella	Poligono Industrial de Sabiñánigo
ESTACION T-2	Rio Ebro en Pina de Ebro Poligonos de la periferia	Zaragoza ciudad
ESTACION T-3	Rio Ebro en Flix	Industria Quimica
ESTACION T-4 Poligono industrial	Rio Segre en Torres de Segre	Lérida ciudad
ESTACION T-5 Poligono de Barbastro	Rio Cinca en Monzon	Poligono de Monzon
ESTACION T-6 Poligonos industriales	Rio Arga en Ororbia	Pamplona ciudad
ESTACION T-7	Rio Ebro en Miranda de Ebro	Industrias Quimicas de Lantaron
ESTACION T-8 Poligonos industriales	Rio Zadorra en Trespuentes	Vitoria ciudad
ESTACION T-9 Poligono industrial	Rio Ebro en Campredó	Tortosa ciudad

do las normas de calidad mas exigentes. La directiva señala como criterio para ubicar el punto de toma lo siguiente:

“las muestras deberan tomarse en un punto lo suficientemente cercano al vertido para que puedan ser representativas de la calidad del medio acuatico en la region afectada por los vertidos” (ref. punto 7, Sección B, Anexo I Directiva 86/280/CEE).

Es decir, unicamente establece el criterio de representatividad del punto, y en el diseño de la red se ha interpretado como que la estacion de muestreo debe localizarse aguas abajo de un vertido industrial, fuera de la camara de mezcla y, a la vez, lo suficientemente cercano al foco de emision de manera que esté directamente influenciado por el mismo.

Consideramos además que debe garantizarse la repetividad del muestreo es decir que la toma se realice exactamente en el mismo punto de campaña en campaña, y asi calcular la tendencia tem-

poral de los contaminantes en el medio afectado, esta medida es especialmente significativa cuando se valora el sedimento.

Ademas, para cada matriz se consideran los siguientes criterios especificos:

Agua: la toma debe efectuarse en el mismo lugar que la de peces.

Sedimento: la toma debe realizarse en un punto donde se asegure la existencia de sedimento de año en año, por lo tanto, no se recomienda seleccionar puntos en zonas cercanas a presas o zonas afectadas por avenidas. Ademas la textura del sedimento debe contener una proporción importante de fracción limosa-arcillosa que es donde preferentemente se acumulan las sustancias contaminantes.

Peces: la toma se realiza mediante pesca eléctrica lo que condiciona el punto ya que debe ser posible el uso de esta tecnica. En principio se intenta que la pesca se realice lo mas cerca posible de la toma del sedimento.

FRECUENCIA DE MUESTREO

La directiva 76/464 indica que la frecuencia de muestreo “debera ser suficiente para poner en evidencia las eventuales modificaciones del medio acuatico, teniendo en cuenta, en particular, las variaciones naturales del regimen hidráulico” (ref. punto 7, Sección B, Anexo I de la Directiva 86/280/CEE). La aplicacion de este criterio no es igual en el agua, en el sedimento o en los peces y se ha establecido de la siguiente manera:

Agua: se considera que la frecuencia minima que permite valorar los cambios estacionales es de 2 veces al año, una en periodo de caudal medio y la otra en caudal de estiaje.

Sedimento: se fija como frecuencia suficiente un control anual. Se recomienda que la toma se realice en periodos de bajo caudal por razones de seguridad de los operarios y accesibilidad al terreno. La frecuencia propuesta se apoya con la bibliografía; Rice *et al.* (1993) defienden que no existen diferencias estacionales significativas en la concentracion de contaminantes organicos PCBs, DDTs, -PAHs- en tres zonas diferentes de California. Tate *et al.* (1996) tambien toman muestras de peces y de sedimentos una sola vez al año en un estudio realizado para valorar la concentracion de compuestos organoclorados en sedimento superficial y peces del South Platte River Basin entre Colorado, Nebraska y Wyoming, USA. Por su parte, Sola y Canton (1990) estudiando la contaminación por metales pesados en sedimentos superficiales de los rios de Guipuzcoa ofrecen, una media de los datos recogidos en dos meses diferentes del mismo año.

Peces: se establece como frecuencia optima la anual, preferentemente entre los meses de septiembre y octubre ya que durante el resto del año es menos recomendable por las siguientes razones: en mayo y junio no es aconsejable porque la mayoría de las especies se encuentran en pleno periodo de reproducción. En los meses anteriores a la freza, las hembras suelen aumentar de peso para garantizar el éxito reproductivo, de modo que, aumenta considerablemente el contenido en grasa corporal que es donde mas se acumulan los plaguicidas. Si la toma fuera en esas fechas los

resultados finales podrian alterar las conclusiones. Raldua *et al.* (1997) encuentran fuertes variaciones en el contenido de HCHs y DDTs en barbos capturados en primavera y en verano. Además, al finalizar el periodo reproductivo que suele ser en verano, los individuos pierden hasta el 25% de su peso corporal por lo que se alterarían los resultados. Cuando comienza el invierno, algunas especies hibernan y tampoco es aconsejable la pesca. Para finalizar, a partir de mediados de octubre aumenta la probabilidad de avenidas en los cauces por lo que la toma de muestras se hace poco accesible y peligrosa.

MATRICES ANALIZADAS

La legislación obliga a respetar los OCA en tres tipos de matrices: agua, sedimento y biota que puede ser moluscos y/o crustaceos y/o peces. En la estandarizacion de la red se ha tomado como matriz significativa el pez sin analizar las muestras de los otros organismos. El OCA en aguas suele ser un valor de concentracion concreto, del orden de 1mg/l y en la matrices sólidas se debe asegurar el respeto del “principio de standstill”, es decir, que la concentracion no aumente de forma significativa con el tiempo. De los resultados de control se concluye que desde 1992, año en el que se inicio la RCSP, nunca se han superado los valores estipulados para el agua. La evaluacion de los resultados en sedimentos y peces es mas difícil ya que la valoracion del OCA requiere una cantidad de datos lo suficientemente grande como para que se pueda someter a tratamientos estadísticos que permitan analizar las tendencias temporales de las sustancias en estas matrices. Dado que la estandarizacion de la Red se realizó en 1998, no es posible todavía realizar dicho estudio estadístico. Un análisis de los resultados del control de forma individual ha servido para prestar especial atencion a alguna de las estaciones en las que se han detectado valores puntuales altos en algunos ejemplares de peces. Concretamente en la estacion que controla el rio Cinca en Monzon, se observaron valores de p,p'-DDE por encima de los encontrados en la biblio-

grafía consultada y por ello, se ha realizado un estudio más profundo de la zona para localizar el origen de esta concentración.

La RCSP analiza las siguientes matrices:

Agua: se analizan muestras puntuales

Sedimento: en esta matriz debe fijarse la fracción granulométrica que hay que analizar y respecto a cual se expresan los resultados (incluido si es muestra seca o húmeda) de lo contrario, los resultados nunca serán comparables entre sí. En la literatura consultada existe una gran variedad de propuestas sobre el tamaño idóneo del grano de sedimento y se extiende desde menor de 63 mm hasta 2000 mm. En la RCSP de la CHE se ha establecido que se analice la fracción inferior a 200 mm y que el resultado se exprese respecto a esta fracción eliminada la humedad.

Peces: dado que el objetivo de la red es vigilar las tendencias temporales (principio de stands-till), cuando se analizan peces es necesario fijar un mayor número de variables. En la CHE se ha considerado como elementos esenciales a definir en cada estación:

Las especies seleccionadas en cada tramo;

La talla (o edad) de los individuos que refleja el tiempo de exposición;

El número de individuos que integran una muestra y

La matriz u órgano a analizar.

En la tabla 2 se recogen las especies seleccionadas en cada estación y la talla de los individuos capturados. Siempre que se pueda se intenta seleccionar una especie representativa de fondo y otra depredadora. Esta estandarización se ha realizado según los estudios que se discuten a continuación:

Especies seleccionadas

En la Directiva 76/464 se indica que "la autoridad competente elegirá las especies de peces que haya de considerar como indicadores para el análisis". Solo para el cadmio se especifica que, si es posible, se analice *Mytilus edulis*.

La selección de especies se puede hacer siguiendo varios criterios:

Table 2. Relación de Especies Piscícolas Seleccionadas en cada Estación. *Selected fish species for analyses in each sampling station.*

ESTACIÓN	ESPECIE	TALLA (cm)
T-1	Madrilla	10-20
	Barbo	25-45
T-2	Madrilla	10-20
	Carpa	25-45
T-3	Alburno	10-15
	Carpa	25-45
T-4	Carpa	25-45
	Alburno	10-15
T-5	Barbo	25-45
	Alburno	10-15
T-6	Carpa	25-45
	Carpin	12-26
T-7	Carpin	12-26
	Barbo	25-45
T-8	Barbo	25-45
	Bermejuela	12-20
T-9	Carpa	25-45
	Escardino	12-20

1" Deben analizarse las especies bioindicadoras de los parámetros a medir. Este criterio es difícil de aplicar ya que se trata de medir 25 sustancias y no existen de momento especies indicadoras de tantos compuestos.

2" Deben analizarse las especies más abundantes en la zona.

3" Deben analizarse las especies de captura más fácil.

En la CHE se han aplicado los criterios 2 y 3 y las orientaciones encontradas en bibliografía para elegir un buen indicador biológico:

- . Fácil de identificar taxonómicamente.
- . Fácil de recolectar.
- . Distribución cosmopolita.
- . Estar asociado a abundantes datos autoecológicos.
- . Interés económico, nutritivo o intrínseco
- . Rapidez para acumular sustancias presentes en el medio externo.

- . Facilmente cultivables en laboratorio.
- . Presentar baja variabilidad genética.

Además, se han seguido las pautas del National Contaminant Biomonitoring Program (en adelante NCBP) que es el Programa desarrollado por el Gobierno de Estados Unidos durante más de 20 años en el que midieron metales y sustancias organocloradas en peces de 112 estaciones situadas en los ríos más grandes de Estados Unidos y en los grandes lagos. Las muestras analizadas eran compuestas de 3-5 animales y se analizaba el pez completo. En cada Estación se capturaba una especie depredadora y otra de fondo (Schmitt *et al.*, 1990)

En principio, si es posible, en cada punto se ha seleccionado dos especies indicadoras, una de fondo y la otra depredadora, basándose en clasificación según los tipos de alimentación de García de Jalon *et al.*, (1993)

Talla de los individuos capturados

Para comparar resultados de año en año, se recomienda que se aplique un criterio que de continuidad a los resultados. En la mayoría de los estudios publicados suele ser la edad del individuo, que se puede determinar contando las líneas de crecimiento en los otolitos o en las escamas aunque ambos métodos son susceptibles de error. Para solventar este problema, se recurre a determinar la edad por medio de la talla. Se seleccionan individuos de la misma talla en cada especie y en las sucesivas pescas se trata de buscar de ese tamaño. Este criterio es el seguido por el programa NCBP ya citado. Las tallas seleccionadas para cada especie representada son las de su talla común.

Numero de muestras

La Directiva 76/464/CEE también especifica que "deberán realizarse los análisis sobre un número suficiente representativo de muestras y de especies" En la RCSP se toman al menos tres individuos de cada especie con el mismo tamaño y peso que constituyen una sola muestra denominada pool.

Matriz

Para seleccionar la matriz se pueden aplicar dos criterios distintos:

- . Utilizar vísceras: hígado, riñón, cerebro, etc. ya que la mayoría de plaguicidas y metales pesados tienen un órgano diana que es donde se acumulan preferentemente.

- . Utilizar el pez entero. La ventaja de utilizar el pez entero en este estudio de biomonitorización es que se evita el error generado por una posible movilización de sustancias debida al estrés al que se somete al animal así como la probabilidad de encontrar un individuo con la víscera diana dañada.

En la RCSP de la CHE se ha adoptado como matriz de análisis el pez entero.

MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRAS

En la Directiva 76/464 no se referencia ni se aconseja ningún método de muestreo. En la RCSP de la CHE se procede de la siguiente manera:

Agua: las muestras se toman de forma manual, siguiendo el protocolo de trabajo desarrollado por el Laboratorio de Calidad de las Aguas de la CHE.

Sedimento: el método habitual es la draga tipo Van Veen que se lanza desde un puente, barca, presa, etc. Si no es posible utilizar draga se toma desde la orilla manualmente con rascadores de fondo.

Peces: con carácter general y si las características del río lo permiten, se capturan con pesca eléctrica, tal como se recomienda en bibliografía (García de Jalon *et al.*, 1993) porque es menos selectiva que la pesca con caña, el pez sufre lo menos posible y se obtiene una muestra representativa de la zona muestreada. Todos los trabajos consultados (e.g. Schmitt and Brumbaugh, 1990; Chevreuil *et al.*) utilizan equipos de pesca eléctrica que ocasionalmente complementan con trasmallos. Desafortunadamente el uso de la pesca eléctrica tiene algunas limitaciones; por ejemplo el río no puede ser muy profundo, como máximo hasta la cintura del muestreador, además si lleva

mucha corriente cabe el peligro de las caídas. Dado que hay que transportar el equipo de pesca hasta la orilla del río es necesario que exista fácil accesibilidad. Por último la reacción de los peces ante la descarga eléctrica no es exactamente igual, los óseos conducen mejor la electricidad que los cartilaginosos, además afecta más a los peces de mayor longitud, cuando el animal está enfermo, agotado o con productos sexuales maduros no reacciona bien.

TRANSPORTE Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Agua: las muestras destinadas al análisis de metales se acondicionan con ácido a $\text{pH} < 2$ y las de sustancias orgánicas se transportan sin la adición de ningún estabilizante. Si los compuestos que se van a analizar son sustancias volátiles se emplean frascos sellados evitando la formación de la cámara de aire.

Sedimento: las muestras para el análisis de metales se recogen en bolsas de polietileno mientras que las destinadas al control de organoclorados se transportan envueltas en dobles hojas de papel de aluminio. Se dejan secar a temperatura ambiente o en estufa y después se pasan por cribas para recoger el sedimento inferior a 200 mm. El método que

se sigue es el de pasta saturada y humedad de saturación del U.S. Salinity Laboratory Staff (1969).

Peces: los peces se congelan hasta el momento del análisis. De cada especie se hace un *pool* de todo el pez con al menos 3 ejemplares de la misma talla aunque se recomienda que utilicen 10 individuos. Cada *pool* se divide en dos, uno para el análisis de sustancias orgánicas que se conserva en papel de aluminio y el otro para metales que se conserva en bolsas de polietileno.

SUSTANCIAS ANALIZADAS Y MÉTODOS ANALÍTICOS

Actualmente, los metales y compuestos orgánicos que se analizan en la RCSP son todos los de Lista I. Durante este año se ha previsto incorporar las sustancias preferentes de lista II sobre las que España ha definido OCA en el RD 995/2000.

En la tabla 3 se han recopilado los métodos de análisis que se aplican.

Las sustancias de Lista I analizadas son:

- . Metales: Mercurio y Cadmio
- . Sustancias Orgánicas Volátiles: Cloroformo; tetracloruro de carbono; 1,2-dicloroetano; tricloroetileno y percloroetileno

Sustancias Orgánicas Semivolátiles: a-HCH; b-HCH; d-HCH; c-HCH; p,p'-DDT; o,p'-DDT;

Table 3. Metodología Analítica. *Analytical techniques.*

MATRIZ	CONTAMINANTE	MÉTODO ANALÍTICO
AGUA	Cadmio Mercurio Organica Volatil Organica Semivolatil	EPA 200.8 sobre muestra filtrada ISO 5666-1:1983 EPA 624 EPA 525
SEDIMENTO	Cadmio Mercurio Organica Volatil Organica Semivolatil	EPA 200.8 y extracción EPA 3051 ISO 5666-1:1983 y extracción EPA 3051 No se analiza GC/MS previa extracción con soxhlet
PECES	Cadmio Mercurio Organica Volatil Organica Semivolatil	EPA 200.8 y extracción EPA 3051 ISO 5666-1:1983 y extracción EPA 3051 No se analiza GC/MS previa extracción con soxhlet

p,p'-DDE; p,p'-DDD; hexaclorobenceno; hexaclorobutadieno; pentaclorofenol; aldrin, endrin, isodrin, dieldrin y los tres triclorobencenos

Las sustancias organicas volatiles no se analizan ni en el sedimento ni en el pez.

BIBLIOGRAFÍA

- CHEVREUIL M., A. CARRU, A. CHESTERIKOFF, P. BOET, E. TALES & J. ALLARDI. 1995. Contamination of fish from different areas of the river Seine (France) by organic (PCB and pesticides) and metallic (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn) micropollutants. *The Science of the Total Environment*, 162: 31-42
- GARCÍA DE JALÓN D., M. MAYO, F. HERVELLA, E. BARCELO & T. FERNANDEZ. 1993. *Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales*. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 247 pp.
- RALDÚA D., P. FERRANDO, C. DURÁN, & C. PEDROCCHI. 1997. The Influence of Place of Capture, Sex, and Season on the Organochlorine Pesticide Content in Barbel (*Barbus Graellsii*) from Northeastern Spain. *Chemosphere*, 35: 2245-2254
- RICE, C. P. R., B. SELTENRICH, M. L. SPIES & M.L. KELLER. 1993. Seasonal and annual distribution of organic contaminants in marine sediments from Elkhorn Slough, Moss Landing Harbor and Nearshore Monterey Bay, California. *Environ. Pollut.*, 82 : 79-91.
- SCHMITT C. J. & W. G. BRUMBAUGH. 1990. National Contaminant Biomonitoring Program: Concentrations of Arsenic, Cadmium, Copper, Lead, Mercury, Selenium, and Zinc in U.S. Freshwater Fish, 1976-1984. *Arch. Environ. Con. Tox.* 19: 731-747
- SOLA M. J. y L. CANTON. 1990. Contaminación por metales pesados en sedimentos superficiales de los rios de Guipuzcoa. *Lurralde*, 13: 165-172
- TATE C. M. & J. S. HEINY. 1996. Organochlorine Compounds in Bed Sediment and Fish Tissue in the South Platte River Basin, USA, 1992- 1993. *Arch. Environ. Con. Tox.* 30: 62-78
- U.S. SALINITY LABORATORY STAFF. 1969. *Saline and Alkali Soils*. USDA Handbook nº60, 160 pp.
- UNIÓN EUROPEA. 1976. *Directiva del Consejo 76/464. DOCE L 129 del 18.5.1976*. 23 pp.
- UNION EUROPEA. 1980. *Directiva del Consejo 86/280 DOCE L 181 de 4.6.86*. 16 pp.