

RESIDUOS DE PESTICIDAS ORGANOCOLORADOS EN CEREBRO E HIGADO DE TRUCHAS (*SALMO TRUTTA FARIO*, L.)

Por M. Sierra (1)
M. T. Terán Somaza (1)

INTRODUCCION

La ubicuidad y persistencia de los pesticidas organoclorados en los organismos acuáticos ha venido siendo objeto de numerosos estudios desde hace aproximadamente unos 40 años.

Los pesticidas organoclorados son compuestos que poseen una gran estabilidad química y alta liposolubilidad lo que permite a los seres acuáticos, y a los peces en particular, acumular residuos de estos insecticidas directamente del agua a través de los procesos respiratorios y también a partir del alimento.

Elevadas concentraciones de pesticidas organocloradas pueden originar efectos letales en los seres vivos, pero ecológicamente poseen mayor importancia los efectos subletales debidos a prolongadas exposiciones a bajas concentraciones.

MATERIAL Y METODOS

En el presente trabajo hemos determinado los niveles residuales de diez pesticidas organoclorados en muestras de hígado y cerebro procedentes de 22 truchas (*Salmo trutta fario*, L.), de edades comprendidas entre 3 y 5 años, capturadas vivas en cuatro ríos de la provincia de León en el período comprendido entre el 30 de Enero y 14 de Marzo de 1985.

La distribución de los ejemplares según la zona de captura fue la siguiente:

- Río Bernesga (La Gotera): 11 truchas.

(1) Cátedra de Farmacología y Terapéutica Veterinaria

- Río Curueño (La Vecilla): 3 truchas.
- Río Curueño (Valdepiélagos): 2 truchas.
- Río Sil (Palacios del Sil): 3 truchas.
- Río Orbigo (Rioseco de Tapia): 3 truchas.

Una vez obtenidas las muestras se congelaron a -20°C , protegidas con papel de aluminio, hasta el momento de su procesamiento.

La extracción de los pesticidas organoclorados y la purificación de los extractos hexánicos se llevaron a cabo siguiendo los métodos analíticos específicos para muestras de hígado y cerebro descritos por STHAR¹³.

Una vez purificados los extractos hexánicos, se evaporaron a sequedad mediante corriente de nitrógeno y se reconstituyeron con 3 ml de hexano.

La identificación y cuantificación de los pesticidas organoclorados se realizó mediante cromatografía gaseosa, utilizando como referencia un patrón externo que contenía, a concentraciones conocidas, los siguientes pesticidas:

- α HCH: (aaeeeee)1,2,3,4,5,6-hexacloro-ciclohexano.
- Lindano: (aaaaeee)1,2,3,4,5,6-hexacloro-ciclohexano.

Heptacloro epóxido: 1, 4, 5, 6, 7, 8, 8-heptacloro-2, 3-epoxi-2, 3, 3a, 4, 7, 7a-hexahidro-4, 7-metanoindeno.

- Aldrin: 1, 2, 3, 4, 10-hexacloro-1, 4, 4a, 5, 8, 8a-hexadrido-1, 4-endoexo-5, 8-dimetanonaftaleno.
- Dieldrin: 1, 2, 3, 4, 10, 10-hexacloro-6, 7-epoxi-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-octahidro-1, 4-endo-exo-5, 8-dimetanonaftaleno.
- Endrin: 1, 2, 3, 4, 10, 10-hexacloro-6, 7-epoxi-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-octa-hidro-1, -endo-endo-5, 8-dimetanonaftaleno.
- o,p'-TDE: 1,1-dicloro-2,2-bis-(4-clorofenil)-etano.
- p,p'-TDE: 1,1-dicloro-2,2-bis-(4-clorofenil)-etano.
- p,p'-DDE: 1,1-dicloro-2,2-bis-(4-clorofenil)-etileno.
- p,p'-DDT: 1,1,1,-tricloro-2,2-bis-(4-clorofenil)-etano.

Para conseguir la separación de los pesticidas organoclorados empleamos dos tipos de fase estacionaria:

- QF-1 (al 1,95 %)/OV-17 (al 1,5 %).
- SE-30 (al 3,8 %).

Las condiciones de trabajo fueron las siguientes:

- Temperatura del detector: 300°C .
- Temperatura del bloque de inyección: 250°C .
- Flujo del gas portador (argon/metano al 5 %): 25 ml/mn.
- Velocidad de la carta cromatográfica: 0,5 cm/min.
- Atenuación: 2^8 .

En cuanto a la temperatura del horno, fue variable dependiendo del tipo de fase estacionaria de las columnas, siendo para la QF-1/OV-17 de 200°C y para la SE-30 de 180°C .

RESULTADOS

En las Tablas I y II se recogen las concentraciones medias, el rango de dispersión y el

porcentaje de incidencia de los distintos pesticidas hallados en las muestras de hígado y cerebro. Las concentraciones vienen dadas en ppm (partes por millón) sobre el peso en fresco de la muestra.

TABLA I

Media, rango (ppm/peso en fresco) y porcentaje de incidencia de pesticidas organoclorados en truchas

	α-HCH	LINDANO	HEPTACLORO EPOXIDO	ALDRIN	DIELDRIN	ENDRIN
H I G A D O						
MEDIA	0,394	0,013	0,016	0,113	0,070	0,104
RANGO	0,394	0,002-0,034	0,001-0,045	0,002-1,380	0,070	0,003-0,306
INCIDENCIA	4,54%	13,64%	72,73%	90,91%	4,54%	13,64%
C E R E B R O						
MEDIA	0,129	0,105	0,135	0,305	0,685	0,123
RANGO	0,073-0,173	0,032-0,180	0,009-0,189	0,102-0,929	0,010-4,630	0,123
INCIDENCIA	18,18%	27,27%	68,18%	100%	54,54%	4,54%

TABLA II

Media, rango (ppm/peso en fresco) y porcentaje de incidencia de pesticidas organoclorados en truchas

	o,p'-TDE	p,p'-TDE	p,p'-DDE	p,p'-DDT	Σ DDT (*)
H I G A D O					
MEDIA	0,047	0,093	0,092	0,675	0,666
RANGO	0,047	0,023-0,300	0,007-0,289	0,011-8,336	0,025-8,675
INCIDENCIA	4,54%	50,00%	72,73%	77,27%	95,45%
C E R E B R O					
MEDIA	0,150	0,160	0,444	1,160	1,285
RANGO	0,150	0,053-1,034	0,018-1,383	0,049-6,185	0,053-6,185
INCIDENCIA	4,54%	22,72%	18,18%	90,90%	100%

(*) Σ DDT: o,p'-TDE + p,p'-TDE + p,p'-DDE + p,p'-DDT

El insecticida que presentó una concentración media más alta en las 22 muestras de hígado analizadas fue el p,p'-DDT con 0,675 ppm, seguido del aldrin con 0,113 ppm. En cerebro las concentraciones medias más altas las alcanzaron el p,p'-DDT y el diel-drin con 1,160 ppm y 0,685 ppm respectivamente.

En cuanto al porcentaje de incidencia, el más alto fue para el aldrin, 90,91 % en hígado y 100 % en cerebro, seguido del p,p'-DDT con el 77,27 % y el 90,90 % en hígado y cere-

bro respectivamente y del heptacloro epóxido con el 72,73 % en hígado y el 63,18 % en cerebro.

La mayor concentración individual en los dos tipos de muestras correspondió también al p,p'-DDT, 8,336 ppm en hígado y 6,125 ppm en cerebro.

TABLA III

Media y rango (ppm/en peso fresco) de la carga total de los pesticidas organoclorados hallados en las muestras de cerebro e hígado de las truchas agrupadas por zonas de captura

	BERNESGA	CURUEÑO	ORBIGO	SIL
MEDIA	1,023	2,483	1,917	0,669
RANGO	0,037-5,228	0,023-8,744	0,224-7,970	0,180-1,630

En la Tabla III se reflejan el rango de dispersión y los valores medios de la carga total de los pesticidas organoclorados en las muestras de cerebro e hígado de las truchas agrupadas por zonas de captura. Los datos están expresados en las mismas unidades que los de las Tablas I y II.

Como puede observarse en dicha tabla, la carga media total más alta de pesticidas correspondió a los ejemplares obtenidos en el río Curueño.

DISCUSION

De todos los pesticidas organoclorados indagados por nosotros, destaca la incidencia con que fueron detectados el aldrin y el p,p'-DDT y análogos (o,p'-TDE, p,p'TDE y p,p'DDE).

El aldrin se encontró en la práctica totalidad de las muestras analizadas siendo también importante la concentración media detectada tanto en hígado como en cerebro, llegando a alcanzar en una muestra de hígado una concentración de 1,380 ppm.

ADDISON¹ señala que el aldrin es rápidamente epoxidado a dieldrin en los salmónidos, sin embargo, la incidencia de dieldrin encontrada por nosotros, ha sido muy baja en hígado (4,54 %) y media en cerebro (54,54 %). Este hecho podría ser explicado por la existencia de una fuente de contaminación de aldrin reciente. Dada la Legislación vigente, esta hipótesis ha sido desechada ya que no se ha realizado ninguna campaña de erradicación de plagas con este insecticida en la última década en la provincia de León³.

Basándonos en los datos aportados por NASH and WOOLSON¹¹ pensamos que la presencia de este pesticida se debe a su elevada persistencia en suelos (40 % al cabo de 14 años del tratamiento), lo que favorece su paso a las aguas continentales por transporte atmosférico y arrastrado por las lluvias¹⁰. A esta misma conclusión llega HAINES⁵ en un

estudio realizado en truchas de fontana (*Salvelinus fontinalis*) originarias de diversos lagos del Nordeste de U.S.A.

Como ya hemos señalado anteriormente, los organoclorados del grupo del p,p'-DDT, presentaron una elevada incidencia, tanto en las muestras de hígado como en las de cerebro.

Las concentraciones halladas para este grupo de insecticidas son en general mayores que las señaladas por otros autores en varias especies de peces de agua dulce. Así, SOLLER and SHANKS¹² encontraron en muestras de hígado de truchas arco iris (*Salmo gairdneri*) procedentes de tres lagos del norte de Islandia, una concentración máxima de 1,91 ppm, concentración sensiblemente inferior a la obtenida por nosotros, 8,675 ppm.

KELSO *et al.*⁸ hallaron en hígado de carpas (*Cyprinus carpio*) procedentes del río Ontario, Canadá, una concentración máxima de 4,71 ppm. En esta misma especie y en ejemplares procedentes de la albufera de Valencia, CARRASCO *et al.*⁴ determinaron una concentración máxima de 0,057 ppm.

Sin embargo, JOHNSON and LEW⁷ encontraron en hígado de diversas especies de peces de agua dulce del Río Colorado, U.S.A., una concentración máxima mucho más elevada que la nuestra (23,2 ppm).

En cuanto a los niveles de este grupo de insecticidas en el cerebro de peces de agua dulce, sólo disponemos, como datos de comparación, de los aportados por MERINO⁹ en cerebros de carpas capturadas en el embalse Guadalupe del río Guadiato de la provincia de Córdoba. Dicho autor detectó una concentración media de 1,160 ppm, cifra muy similar a la hallada por nosotros, 1,01 ppm.

Los datos frecuenciales y las concentraciones obtenidas para el p,p'-DDT y análogos, se explican, en parte, por su elevada persistencia en el suelo¹¹ y⁶, lo que garantiza su incorporación a los seres vivos, al permanecer mucho tiempo en los biotopos contaminados sin sufrir transformaciones importantes. Además, los vertebrados acuáticos tienen una baja capacidad de biotransformación del DDT y análogos y de esta forma permanecerán acumulados en los depósitos grasos mucho tiempo debido a su alta liposolubilidad¹⁴.

Según señalan ALBRIGHT *et al.*² el heptacloro es eliminado muy lentamente en trucha garganta cortada (*Salmo clarki*), lo que asegura su presencia durante mucho tiempo en los órganos y tejidos de estos animales. Esto explicaría la frecuencia con que fue detectado por nosotros este insecticida en trucha común.

Debido al escaso número de truchas obtenidas en los ríos Sil y Orbigo, no podemos realizar un estudio estadístico válido que nos indique el grado de contaminación de las zonas de captura. No obstante, y teniendo en cuenta esta limitación, observamos que el menor grado de contaminación corresponde al río Sil. Este hecho coincidiría con una posible menor utilización en el pasado de insecticidas organoclorados en esta zona, debido a que se encuentra menos dedicada a la agricultura que las del Orbigo, Curueño y Berbesga.

RESUMEN

Se han determinado los niveles residuales de 10 insecticidas organoclorados: α -HCH, lindano, heptacloro epóxido, aldrin, dieldrin, endrin, o,p'-TDE, p,p'-TDE, p,p'-DDE y p,p'-DDT en hígado y cerebro de 22 truchas, *Salmo trutta fario*, L., procedentes de 4 ríos de la provincia de León.

Los 10 insecticidas no estuvieron presentes en todas las muestras analizadas; el mayor porcentaje de incidencia correspondió, tanto en hígado como en cerebro, al aldrin (90,91 % y 100 % respectivamente) y al DDT y análogos (o,p'-TDE, p,p'-TDE, p,p'-DDE y p,p'-DDT) que tuvieron una incidencia del 95,45 % en hígado y en cerebro del 100 %.

Las concentraciones individuales más altas fueron para el p,p'-DDT: 8,336 ppm en una muestra de hígado y 6,185 ppm en una muestra de cerebro.

ORGANO CHLORINE PESTICIDE RESIDUES IN TROUT (*SALMO TRUTTA FARIO*, L.) BRAIN AND LIVER

SUMMARY

From 22 trout, *Salmo trutta fario*, L., taken from each of four rivers in the Leon province, samples of liver and brain were examined for ten organochlorine insecticides: α -HCH, lindane, heptachlor epoxide, aldrin, dieldrin, endrin, o,p'-TDE, p,p'-TDE, p,p'-DDE and p,p'-DDT.

In all samples examined, the ten insecticides were not detected. The highest incidence percent was found for the aldrin in brain and liver (90,91 % and 100 % respectively) and DDT and related compounds (95,45 % in liver and 100 % in brain).

The highest individual concentration was found in both samples liver (8.336 ppm) and brain (6.185 ppm) for the p,p'-DDT.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ADDISON, R. F. (1976).- Metabolism of single and combined doses of carbon-14 aldrin and triated p,p'-DDT by atlantic salmon *Salmo salar* fry. *J. Fish Res. Board Can.*, 33 (9), 2073-2076.

- 2) ALBRIGHT, L. J., OLOFFS, P. C. and SZETO, S. Y. (1980).– Residues in cutthroat trout *Salmo clarki* and California newts *Taricha torosa* from a lake treated with technical chlordane. *J. Environ. Sci. Health Part B Pestic. Food Contam. Agric. Wastes*, 15 (4), 333-350.
- 3) ALMANZA. (1986).– Comunicación personal.
- 4) CARRASCO, J. M., CUÑAT, P., MARTINEZ, R. M., MARTINEZ, Z. M. y PRIMO, E. (1972).– Contaminación de la Albufera de Valencia I. Niveles de contaminación por insecticidas. *A. T. A.*, 12 (4), 583-596.
- 5) HAINES, T. A. (1983).– Organo chlorine residues in brook-trout *Salvelinus fontinalis* from remote lakes in the Northeastern USA. *Water Air Soil Pollut.*, 20 (1), 47-54.
- 6) HOLDEN, A. V. (1975).– Monitoring persistent organic pollutants. En MORIARTY, F.: *Organochlorine insecticides: persistent organic pollutants*, Academic Press Inc., London, 1-27.
- 7) JOHNSON, D. W. and LEW, S. (1970).– Chlorinated hydrocarbon pesticides in representative fishes of Southern Arizona. *Pest. Monit.*, 4, 57-61.
- 8) KELSO, J. R. M., MacCRIMMON, H. R. and ECOBICHON, D. J. (1970).– Seasonal insecticide residue changes in tissues of fish from the Grand River, Ontario. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 99, 423-427.
- 9) MERINO, E. (1978).– Contribución al estudio de la contaminación en el embalse de Guadalupe. Acumulación de plaguicidas organoclorados en tejido nervioso de black-bass (*Micropterus salmoides*, Lacépède) y carpa común (*Cyprinus carpio*, Linneo). Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- 10) MORIARTY, F. (1975).– Exposure and residues. En MORIARTY, F.: *Organochlorine insecticides: persistent organic pollutants*, Academic Press Inc., London, 28-72.
- 11) NASH, R. G. and WOOLSON, C. A. (1967).– Persistence of chlorinated hydrocarbon insecticides in soils. *Science*, 157, 224-227.
- 12) SOLLY, S. R. B. and SHANKS, V. (1969).– Organochlorine insecticides in rainbow trout from three North Island lakes. *N. Z. J. mar. Freshwat. Res.*, 3, 585-590.
- 13) STHAR, H. M. (edited by) (1977).– *Analytical toxicology methods manual*. Iowa State University Press Ames, Iowa.
- 14) WALKER, C. H. (1975).– Variations in the intake and elimination of pollutants. En MORIARTY, F.: *Organochlorine insecticides: persistent organic pollutants*, Academic Press Inc., London, 73-130.