

CONTAMINACION POR RESIDUOS DE INSECTICIDAS ORGANOCORORADOS DE LA LAGUNA DE ZOÑAR (CORDOBA)

A. López-Fernández, T. Muñoz y E. Bellido.

Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba.

Palabras Clave: Organochlorine pesticide contamination, Zoñar lagoon (Córdoba, Spain)

ABSTRACT

CONTAMINATION BY ORGANOCHLORINE INSECTICIDE RESIDUES IN ZOÑAR LAGOON. (CORDOBA)

The contamination by organochlorine insecticide in Zoñar lagoon has been studied. This lagoon lodges important populations of avianfauna and due to its location in agricultural lands, is affected by that kind substances.

The levels of following insecticides α and PHCH, Lindane, Aldrin, Dieldrine, Heptachlore, p-p'DDE, p-p'DDT, p-p'TDE in the water, bottom-sediments, plankton, vegetation, ichtyo and avianfauna (*Fulica atra*, *Gallinula chloropus* and *Anas platyrhynchos*) have been determined using gas - chromatography techniques

The residues of HCHs (α - β and lindane) have been detected in the 100 p.c. of analyzed samples, and they are higher than the Cyclodienes and Dichlorodiphenylethanes (DDTs).

The importance of levels registred in the ecology of lagoon is considered.

INTRODUCCION

Con la intención de contribuir al conocimiento de determinados aspectos de la contaminación que afectan a las zonas húmedas de especial interés científico, abordamos el estudio de la laguna de Zoñar bajo la perspectiva de la contaminación por residuos de insecticidas organoclorados.

La localización de esta laguna rodeada de terrenos agrícolas -olivares, viñas y huertos- donde es práctica obligada el tratamiento con insecticidas, hace suponer que reciba la agresión por productos fitosanitarios, entre los que se encuentran los insecticidas organoclorados. En efecto las, particulares características físico-químicas de estas sustancias, su elevado grado de persistencia y amplio poder de dispersión (Edwards, 1975), les confiere la propiedad de alcanzar medios más o menos alejados de su lugar de aplicación e irse acumulando cada vez en mayor grado a medida

que se alcanzan los eslabones tróficos superiores de las cadenas alimentarias.

Por tanto, al constituir la laguna de Zoñar un importante albergue de poblaciones de aves acuáticas y que cuentan incluso con la presencia de la malvasía (*Oxyura leucocephala*), especie que atraviesa una delicada situación en sus efectivos poblacionales (Torres y Raya, 1982), resulta de especial interés conocer los niveles que alcanzan los residuos de insecticidas organoclorados en el medio físico de la laguna y en los diferentes niveles tróficos existentes en ella, aspectos que constituyen los objetivos del presente trabajo.

MATERIAL Y METODOS

La laguna de Zoñar está situada en el término municipal de Aguilar de la Frontera (Córdoba) a unos

6 Km. de dicha localidad por la carretera 329 que conduce a Puente-Genil. Su longitud, anchura y profundidad máximos son de 1.225 mts., 345 mts. y 15,70 mts. respectivamente y ocupa una superficie de 37 Has., acumulando un volumen de agua de 2.879.603 m³. (Fernández Delgado, 1981).

Se trata de un lago monomictico, templado y holomictico, con estratificación durante los meses de mayo a septiembre y termoclina situada entre los 4 y 6 metros de profundidad. (Fernández Delgado, op. cit.).

La vegetación y fauna de este medio límnic ha sido descrita por Fernández et al (1978) y Fernández Delgado (op. cit.).

Al objeto de conocer los niveles de contaminación de insecticidas organoclorados se han recogido muestras tanto de medio físico — agua y sedimentos— como de los distintos niveles tróficos de este ecosistema acuatico, —plancton, vegetación, ictiofauna, avifauna—, entre los meses de febrero a julio de 1981.

En concreto, para el agua se han recogido un total de 44 muestras, que corresponden a 4 series desde la superficie hasta el fondo, tomadas a intervalos de 1 metro (10 + 10 en febrero y 12 + 12 en julio) en puntos distintos de la laguna. La preparación de estas muestras para su posterior análisis gas-cromatográfico se realizó siguiendo la metodología descrita por Snegaroff y Jamet (1976) que ha sido empleada por nosotros con anterioridad (López Fernández, 1980, López Fernández e Infante Miranda, 1981a).

Los sedimentos fueron extraídos mediante empleo de una draga de tijera, recogiendo un total de 8 muestras de diferentes puntos y profundidades de la laguna, las cuales fueron preparadas según la técnica de Trautman (1971), citada y modificada por Canonne y Mamarbachi (1976), ya utilizadas por nosotros en un trabajo anterior (López Fernández et al. 1980).

Las muestras de plancton se recogieron utilizando una red de 25 cms. de diámetro de apertura y malla de 55 micras de diámetro, durante varios recorridos a lo largo del eje mayor de la laguna, con lo que se obtuvo la biomasa suficiente para dos muestras, las cuales fueron tratadas siguiendo la metodología descrita por Collet y Harrison (1968).

De la vegetación perilagunar se han tomado 5 muestras de *Phragmites australis* y 6 de *Typha domingensis*; correspondientes a brotes jóvenes en diferentes puntos de perímetro de la laguna, que fueron procesados por nosotros anteriormente

González et al. (1979) López Fernández e Infante Miranda (1981 b).

Los peces fueron capturados con una red de arrastre de 10 metros de longitud, apareciendo sólo ejemplares de *Atherina boyeri*, de los que se analizaron un total de 43 ejemplares, 22 hembras y 21 machos, utilizando la técnica de Reynolds, (1969) citada por Baluja et al. (1977), empleados por nosotros asimismo en anteriores trabajos (López Fernández et al. 1980 b; López Fernández e Infante Miranda, 1982).

Respecto de la avifauna se capturaron un total de 3 fochas (*Fulica atra*), 7 ánades reales (*Anas platyrhynchos*) y 7 pollitas de agua (*Gallinula chloropus*), de los que se analizaron independientemente las siguientes fracciones: hígado, músculo, grasa, gónadas, encéfalo y contenido de la molleja, utilizando la misma metodología apuntada para los peces,

Todas las muestras se congelaron a -20°C hasta el momento de su preparación para el ulterior análisis gas-cromatográfico, el cual se realizó en un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard 5750 G equipo con detector de captura electrónica Ni-63 e integrador modelo HP-3380 A. La columna utilizada fué de tipo OV 17 QF I al 1, 5-1, 95% respectivamente sobre Chromosorb WAW DMCS 100-120 mallas.

La identificación y cuantificación de los picos se realizó con la técnica del standar externo mediante un patrón constituido por los siguientes insecticidas: del grupo de los Hexaclorociclohexanos (HCHs) los isómeros alfa, beta y gamma o lindano de los Ciclodienos (CDs) el heptacloro, aldrín y dieldrín y de los Diclorodifeniletanos (DDTs) el pp'DDE, pp'TDE y pp'DDT.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I, se expresan los niveles medios obtenidos para cada uno de los insecticidas investigados en el agua, sedimentos, plancton, vegetación perilagunar, ictiofauna y avifauna.

Estos resultados confirman la presencia de residuos de insecticidas organoclorados tanto en el medio físico como en los distintos eslabones tróficos investigados en la laguna de Zoñar.

El fenómeno de la magnificación biológica, característico de compuestos químicos difícilmente biodegradables, como es el caso de los insecticidas organoclorados, se ha puesto claramente de

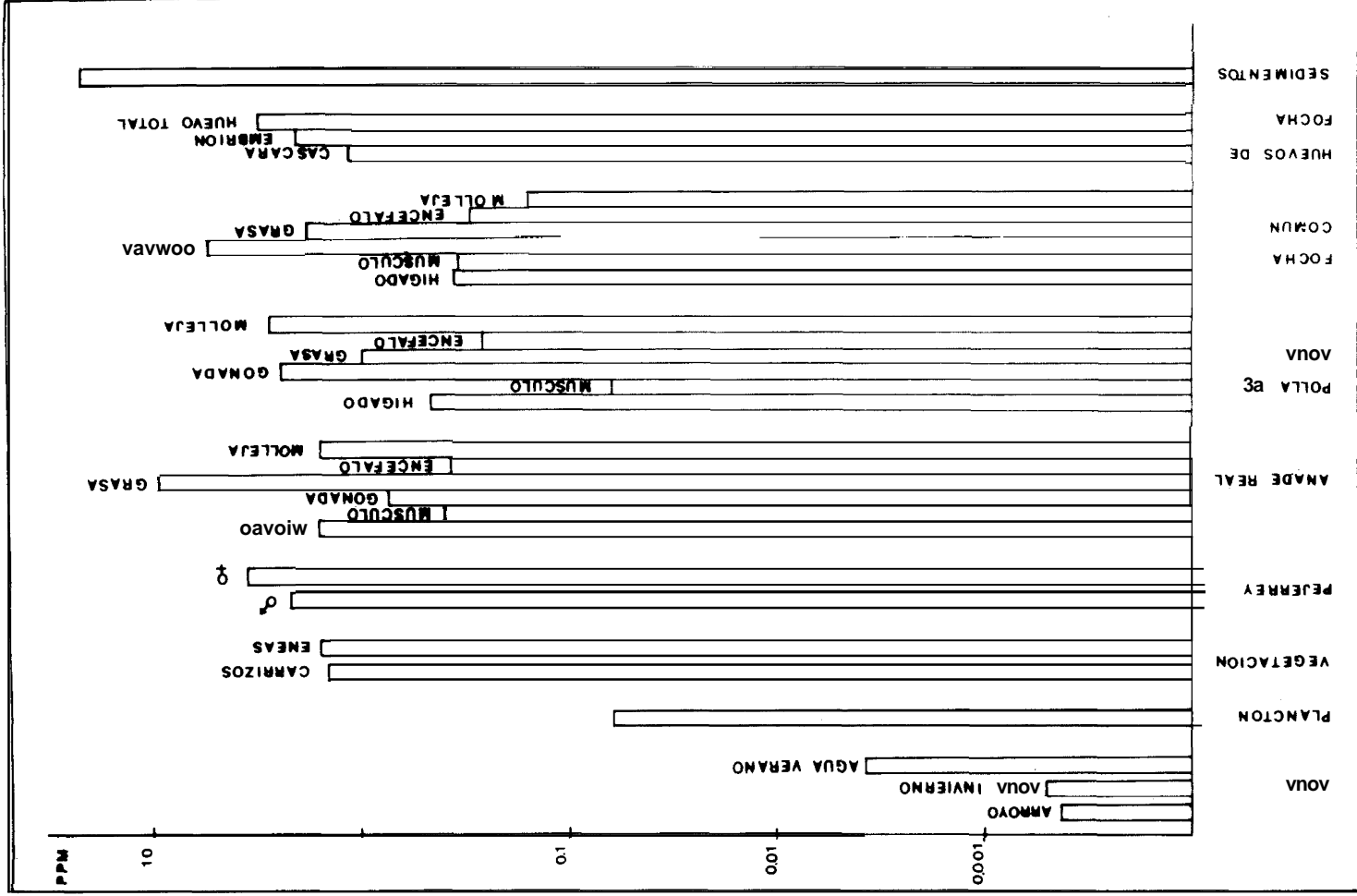


Figura 1.- Representación gráfica de los insecticidas organoclorados en aguas, sedimentos, avifauna, ictiofauna, vegetación, ictiofauna, avifauna de la laguna de Zoñar.

Residuos organoclorados insecticidas in water, bottom sediments, vegetation, ichthy and avifauna in the Zoñar lagoon.

manifiesto tal como se deduce de la Figura 1.

Las sustancias del grupo de los HCHs se manifiestan globalmente como mayoritariamente responsables de los distintos niveles de contaminación registrados.

En el agua como consecuencia de los periodos de tratamiento con insecticidas, los niveles medios de invierno son netamente inferiores a los de verano. Es de señalar que las cifras medias obtenidas para el lindano, DDTs y dieldrín son superiores a las encontradas por nosotros (López Fernández e Infante Miranda, 1981a) en los ríos Cabra y Palancar cercanos al ecosistema estudiado. Sin embargo, los niveles del total de insecticidas organoclorados si son semejantes a los encontrados en otros lagos del mundo (Greichus *et al.* 1977, 1978 a y b.) aunque los niveles medios de estos insecticidas se revelan como inferiores a las DL₅₀ conocidas para algunos organismos acuáticos (Cope, 1966; Livingston, 1977).

Los residuos de HCHs especialmente los isómeros alfa y beta son abrumadoramente mayoritarios en los sedimentos, al igual que sucedía en los sedimentos de la cuenca hidrográfica del Guadalquivir (López Fernández *et al.* 1980), aunque las cantidades son obviamente mayores en el caso que nos ocupa puesto que en el lago al tratarse de un sistema practicamente cerrado, los insecticidas que se introducen van en último extremo, siguiendo rutas más o menos complejas a los sedimentos del fondo.

En el plancton sólo se han detectado resíduos de HCHs, alcanzando un factor de concentración respecto del agua de 248 para el alfa-beta HCH y de 55 para el lindano, considerando sólo la concentración media en el epilimnion.

Los niveles de contaminación encontrados en las especies estudiadas de la vegetación perilagunar son similares y superiores a los encontrados por Vaquer, (1973) en *Phragmites communis* y *Typha* en la Camarga francesa.

Los niveles registrados en *Atherina* pueden considerarse como elevados, en relación con el nivel trófico que ocupan. Las hembras están significativamente más contaminadas que los machos ($P < 0,01$ test U, Mann-Whitney), influyendo probablemente el mayor tamaño de las gónadas femeninas.

Respecto de la avifauna, el análisis por separado de las distintas fracciones orgánicas que se ha realizado, nos ha permitido comprobar que las concentraciones más elevadas se encuentran en las gónadas y en las grasas, existiendo una mayor similitud entre las dos

Rallidae frente a la *Anatidae*. La mayor concentración registrada en las gónadas de las fochas coincide con su captura justo antes del periodo reproductivo, mientras que las gallinulas y los ánades se capturaron inmediatamente después.

La acumulación preferencial de los insecticidas organoclorados en las gónadas y las grasas producirán dos tipos de efectos negativos. En primer lugar, cuando éstas aves atraviesen un periodo de carencia, o fuerte competencia por los alimentos, se movilizarán las reservas grasas, lo que conllevará la liberación en poco tiempo de los residuos acumulados durante periodos más largos. En segundo lugar, las elevadas concentraciones de las gónadas podrán interferir en la normal reproducción del ave, disminuyendo su potencial biótico a través de los efectos directos o indirectos que los insecticidas organoclorados son capaces de desarrollar, entre los que cabe citar la disminución del grosor de la cáscara de los huevos (Ratcliffe, 1967, 1970; Davison y Sell, 1974), la interferencia en la producción de hormonas sexuales (Peakall, D.B., 1970), retraso de la puesta de huevos (Jefferies, 1967), y en la ovulación (Haegle y Hudson, 1977), alteración en el comportamiento (Heinz, 1976), de las tasas de fecundación y mortalidad embrionaria, del poder de eclosión, el peso de los huevos y polluelos,... (Lutz-Ostertag, 1974). De otra parte, se ha podido comprobar la presencia de resíduos de insecticidas organoclorados en los huevos de la focha común de la laguna de Zoñar (López-Fernández *et al.*, 1980), a niveles incluso superiores a diferetes rapaces centro europeas.

En general, la contaminación de la avifauna puede considerarse como importante, sobre todo debida a los HCHs. En efecto las cifras encontradas por nosotros son superiores a las que señala Rico *et al.*, (1981) en fochas de la Albufera de Valencia, Doñana y la laguna de Medina (Cádiz), y en ánades reales de Doñana (Baluja *et al.*, 1977), y del Delta del Ebro (Ruiz *et al.*, 1979). Sin embargo excepto en el Ebro, los niveles de DDT registrados por nosotros son inferiores a los que señalan los autores citados. Destaquemos por último que los análisis del contenido de las mollejas revelan que estas aves se siguen contaminando en la actualidad por HCHs, a través de los alimentos que ingieren en la laguna y su entorno.

Como consecuencia de todo lo expuesto es presumible que el bajo éxito reproductor obtenido por ciertas aves acuáticas y en especial por la malvasía, puede estar influido por las tasas de insecticidas

organoclorados presentes en este ecosistema y especialmente en los sedimentos, donde este especie, por sus especiales técnicas alimentarias encuentra fundamentalmente su alimento.

BIBLIOGRAFIA

- Baluja, G.; Murado M.A.; Hernández L.M., 1977. Contaminación del medio por plaguicidas organoclorados XI Estudio de la contaminación por compuestos organoclorados en algunas comunidades de la Reserva Biológica de Doñana. A.T.A. 17(4): 481-491.
- Davidson, K.L., & Sell, J.L. 1974. DDT thins shells of eggs from mallard ducks maintained on ad libitum on controlled feeding regimen. Arch Environ. Contam. Toxicol. 2: 222-228.
- Collet, J.N. & Harrison, D.L. 1968. Lindane residues on pasrure and in the fat of sheep grazing pasture treated with lindane prills N.Z. Jl. Agric. Res. 11: 589-600.
- Canonne, P. & Mamarbachi, G. 1976. Résidus des insecticides organochlorés dans les sédiments du haut estuaire dii fleuve St-Laurent. Bull. Environ Contam Toxicol 14 (1): 81-87
- Cope, O.B. 1966. Contamination of the freshwater ecosystem by pesticides. J. Appl Biol, suplement, 3: 33-44
- Edwards, C.A. 1975. Persistent Pesticides in the Environment. C.R.C. Press. Ohio. United States
- Fernández Delgado. C. 1981. Ictiofauna de la laguna de Zoñar: Crecimiento de *Atherina boyeri*, Risso 1810. Tesina de Licenciatura. Fac Ciencias. Universidad Córdoba
- Fernández, J.; Hernando J.A. & Torres J.A. 1978. Importancia de la laguna de Zoñar como refugio ornitológico. Problemática y conservación Actas de las V Jornadas Ornitológicas Españolas
- González, J.M.; López A. Fernández, J. & Infante F. 1979. Influencia del calor sobre los residuos accidentales de insecticidas organoclorados en el níscolo (*Lactarius deliciosus* L.) Revis Sanid Higien. Public.. 1-16
- Greichus, Y.A.; Greichus, A.; Amman, B.D.; Hamman, D.C.D. & Pott, R.M. 1977. Insecticides polychlorinated biphenyls and metals in African lake ecosystems. I Hartbees poort Dam, Transvaal and Voelvlei Dam, Cape Province, Republic of South Africa Arch. Environ. Contam. Toxicol 6: 371-383.
- Greichus, Y.A.; Greichus, A.; Draayer H.A. & Marshall B. 1978a. Insecticides, polychlorinated biphenyls and metals in African lake ecosystems II. Lake Mcllwaine, Rhodesia Bull Environ Contam Toxicol. 444-453
- Greichus, Y.A.; Amman B.D. & Hopcraft J. 1978b. Insecticides, polychlorinated biphenyls and metals in African lake ecosystems III Lake Nakuru, Kenya Bull. Environ Contam Toxicol. 454-461
- Haegle, M.A. & Hudson, R.H. 1977. Wilson Bull 89: 493
- Heinz, G.H. 1976. Behavior of Mallard Ducklings from Parents Fed 3 ppm DDE. Bull. Environ. Contam Toxicol. 16(6) 640-645
- Jefferies, D.J. 1967. The delay in ovulation produced by pp'-DDT and its possible significance in the field Ibis 109:266
- Livingston, R.J. 1977. Review of current literature concerning the acute and chronic effects of pesticides on aquatic organisms. C.R.C. Critical Rev. Environ. Control: 325-351.
- López Fernández, A.; González, J.M.; González, M.A. & Infante, F. 1980a. Residuos de insecticidas organoclorados en los sedimentos de la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir en la Provincia de Córdoba Bol. Estac. Cent. Ecol. 9 (18): 3-13
- López Fernández, A. 1980b. Relación entre la pluviometría y los niveles mensuales de residuos de insecticidas organoclorados en el agua de un curso fluvial. Avances sobre la investigación en Bioclimatología 431-439.
- López Fernández, A.; González, D.M.; González M.A. & Infante F. 1980b. Contaminación de la laguna de Zoñar (Córdoba) I. Niveles de insecticidas organoclorados en huevos de focha común (*Fulica atra*) Studia Ecología 11: 171-179.
- López Fernández e Infante Miranda, F. 1981a. Residuos de insecticidas organoclorados en algunos ecosistemas acuáticos del SE. de la Provincia de Córdoba. I Niveles en el agua. Arch. Zootec 30 (117): 193-210.
- López Fernández e Infante Miranda, F., 1981b. Residuos de insecticidas organoclorados en algunos ecosistemas acuáticos del S.E. de la Provincia de Córdoba. II Niveles de contaminación y coeficientes de acumulación de los berros de agua (*Nasturtium officinale* R. Br.) y del caracol acuático (*Melanopsis* sp.). Arch. Zootec. 30 (118): 271-288.
- López Fernández e Infante Miranda, F. 1982. Residuos de insecticidas organoclorados en algunos ecosistemas acuáticos del S.E. de la Provincia de Córdoba. III Niveles en el cangrejo de río (*Austropotamobius pallipes Lereb.*). Arch. Zootec. 31 (119): 73-90.
- Lutz-Ostertag, Y. 1974. Etude sur plusieurs générations des effects du lindane sur les taux de fécondation et de mortalité embryonnaire, le pouvoir d'eclosion, la ponte, le poids des oeufs et des poussins. Arch. Anat His. Embr. Norm et Exp. 57: 269-282
- Peakall, D.B. 1970. Pesticides and the reproduction of birds, Ccie. Am. 222: 73.
- Ratcliffe, D.A., 1967. Decrease in eggshell weight in certain birds of prey. Nature. 215: 208-210
- Ratcliffe, D.A. 1970. Changes attributable to pesticides in egg breakage frequency and eggshell thickness in some british birds. J Appl Ecol 7 67-115
- Rico, M.; González, M.; Hernández, L. & Baluja G. 1981. Niveles de compuestos organoclorados y de mercurio en la avifauna de la laguna de Medina (Cádiz). V Congreso Internacional de la Fauna Cinegética y Silvestre (Trujillo).
- Ruiz, X.; Llorente, G. & Nadal J. 1979. Residuos de plaguicidas organoclorados en avifauna del Delta del Ebro. Bol Estac Centr Ecol 8 (16): 17-24
- Snegaroff, J. & Jamet, P. 1976. Residus de pesticides dans les eaux de drainage de cases lysimétriques Phytatrie Phytopharmacie 25: 223-244.
- Torres Esquivias, J. y Raya, C. 1981. La reproducción de la malvasía (*Oxyura leucocephala*) en el Sur de la Provincia de Córdoba España. Doñana Acta Vertebrata (en prensa).
- Trautmann, W.L. 1971. Ph. D. Thesis University of Wisconsin Library, Madison Wisconsin.
- Vaquer, A. 1973. Absorption et accumulation de résidus de certains pesticides et polychlorobiphényles par la végétation aquatique naturelle et par le riz en Camargue Oecologia Plantarum 8 (4) 353-365