

# Exposición de cetáceos a contaminantes ambientales con actividad hormonal en el Atlántico

M. Carballo, S. Aguayo, F. Esperón<sup>1</sup>, A. Fernández<sup>2</sup>, A. De la Torre<sup>3</sup>, E. De la Peña<sup>4</sup>, M. J. Muñoz<sup>5</sup>

- (1) Centro Investigación Sanidad Animal (INIA). Valdeolmos.20130 Madrid. España.  
(2) Dpto. Patología.Facultad Veterinaria. (ULPGC). Trasmontaña s/n. 35416 Arucas. Las Palmas de Gran Canaria.  
(3) Centro Investigación Sanidad Animal (INIA). Valdeolmos.20130 Madrid. España.  
(4) Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC. C/Serrano 115 dpto. E-28006. Madrid, España  
(5) Centro Investigación Sanidad Animal (INIA). Valdeolmos.20130 Madrid. España.

*El objetivo de este trabajo fue determinar los niveles de varios compuestos con actividad hormonal en mamíferos marinos residentes en las Islas Canarias. Se tomaron muestras del banco de tejidos de cetáceos de Las Palmas, que recoge animales varados en este archipiélago desde el año 1993. Se estudiaron delfín mular (*Tursiops truncatus*, n=12), calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus*, n=6) y cachalote (*Physeter macrocephalus*, n=7). Se analizaron compuestos clorados (pesticidas clorados y PCBs) en grasa hipodérmica (blubber), y compuestos no clorados (compuestos organoestánicos y metales pesados -As, Cd, Pb y Hg-) en hígado. Los compuestos que aparecieron en mayor concentración fueron los PCBs, destacando el congénere PCB 153, y los DDTs, siendo pp-DDE el metabolito mayoritario. El clordano también fue detectado en la mayoría de los animales, aunque a concentraciones bajas. Los compuestos orgánicos de estaño se detectaron a niveles bajos, fundamentalmente en delfines, siendo dibutilestaño el principal metabolito. Dentro de los metales pesados destacaban los altos niveles de mercurio, similares a los encontrados en el Mar Mediterráneo. El resto de los elementos se situaban en un rango bajo o medio respecto a los encontrados en otras áreas geográficas.*

## Mamíferos marinos y contaminantes con actividad hormonal

Existe una gran variedad de sustancias que presentan la capacidad de actuar como hormonas y alterar el funcionamiento del sistema endocrino, pudiendo desencadenar efectos adversos en los organismos expuestos (NRC, 1999). Entre los compuestos en los que se ha confirmado este tipo de actuación se encuentran varios contaminantes que pertenecen al grupo de los denominados contaminantes orgánicos persistentes (POPs) y/o sustancias persistentes tóxicas (STP), terminologías que agrupan a contaminantes ambientales que son tóxicos, persistentes y lipofílicos; características que les confiere la capacidad de acumularse en los organismos vivos y biomagnificarse en la cadena trófica (Jones and Voogt, 1999). Dentro de las sustancias con actividad hormonal destacan los compuestos aromáticos clorados (pesticidas organoclorados y bifenilos policlorados), metales pesados y compuestos organometálicos. Muchos de ellos se consideran contaminantes globales del planeta por su enorme ubicuidad (UNEP, 2003).

Los mamíferos marinos se encuentran entre los grupos de animales silvestres que están mostrando síntomas de daños endocrino y reproductivos, como se refleja en la disminución significativa de algunas poblaciones (Gregory y Cyr, 2003). Sin embargo, pocos estudios han podido demostrar de forma inequívoca, que los contaminantes ambientales pueden alterar el sistema endocrino de estas especies. Entre los casos estudiados en los que mas claramente ha quedado confirmada esta sospecha ha sido en la foca gris del Mar Báltico, en beluga de St. Lawrence (Canadá), en la foca común del Mar de Wadden (Norte de Europa) y en los leones marinos de California en el océano Pacífico (América del Norte) (Reijnders, 2003). En todos estos casos se han detectado en los tejidos de los animales afectados compuestos organoclorados a concentraciones elevadas.

Entre las dificultades que se encuentran a la hora de establecer la asociación entre las patologías observadas y los contaminantes, destacamos el desconocimiento que todavía existe sobre la fisiología del sistema endocrino en estas especies. Aunque en términos generales parece que la estructura y función de las diferentes glándulas endocrinas y la

organización del sistema reproductivo es similar a los mamíferos terrestres, se desconocen las adaptaciones específicas y las diferentes estrategias utilizadas por estas especies para adaptarse a su medio. Sin embargo el ciclo reproductor de los mamíferos marinos es generalmente mucho más largo que otras especies de mamíferos donde se ha podido demostrar esta relación, por lo que el impacto sobre las especies marinas podría ser mayor (Gregory y Cyr, 2003).

Los mamíferos marinos, y dentro de ellos los cetáceos, presentan una serie de particularidades fisiológicas que favorecen la acumulación de contaminantes ambientales. Estos animales tienen una gran capa de grasa hipodérmica (*blubber*) que recubre todo el cuerpo y que almacena eficazmente compuestos lipofílicos. También hay que señalar que presentan una limitada capacidad para metabolizar y excretar estos compuestos. Adicionalmente suelen ser especies que viven muchos años y lo hacen en el medio marino donde están aumentando las concentraciones de estos contaminantes (O'Shea y Tanabe, 2003). Así que pueden estar expuestas a lo largo de toda su vida a altas concentraciones de contaminantes, desde su concepción por exposición en el útero, durante la lactancia ? ya que la leche materna es la primera ruta de excreción de los compuestos clorados (Kurzyl y Cetrulo, 1985) - y durante la adolescencia y época adulta ? a través de la cadena trófica marina, sobretodo las especies súper predadoras.

La mayoría de la información disponible sobre los niveles de contaminantes en tejidos de cetáceos se basa principalmente en el estudio de animales varados en las costas, muertos o moribundos. Hay que tener en cuenta que aunque muchas veces el estado de conservación de los tejidos es deficiente y la información sobre aspectos biológicos y sanitarios de los individuos varados es escasa, ésta ha sido la única manera de conocer los niveles de exposición en diferentes partes del mundo y permite establecer comparaciones sobre grados de contaminación entre diferentes áreas geográficas.

## Contaminantes con actividad hormonal en tejidos de cetáceos en el Archipiélago Canario

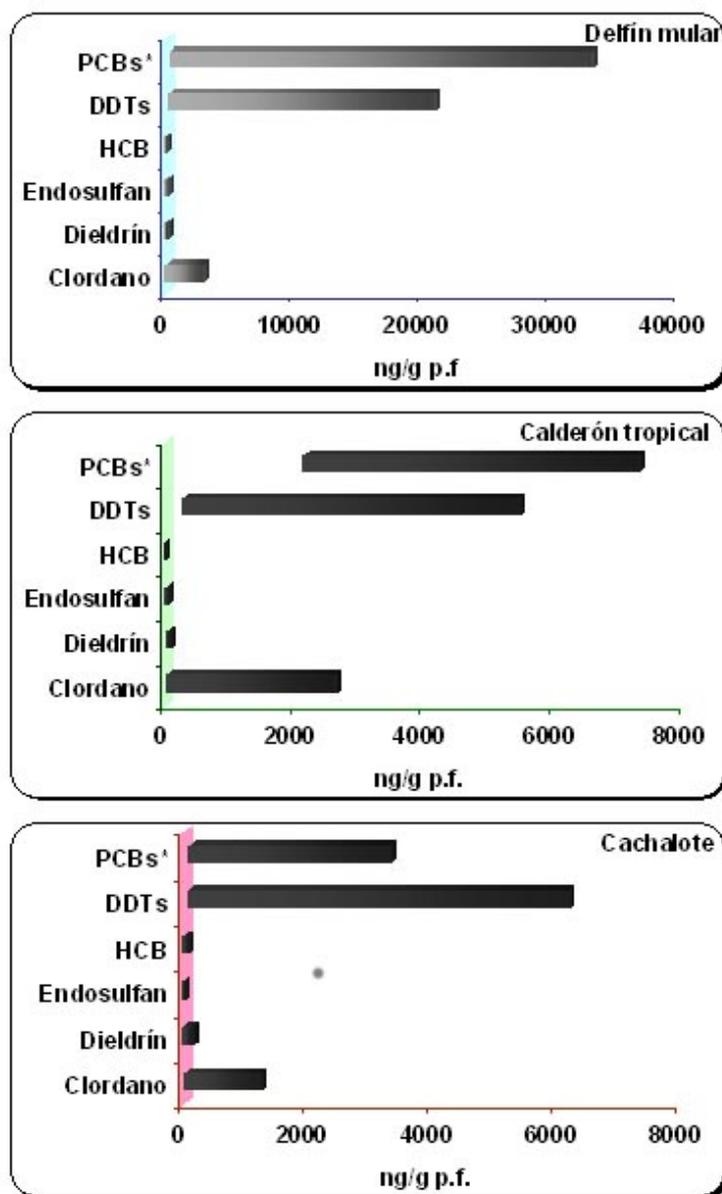
Las islas Canarias son un área de gran abundancia y diversidad de cetáceos, debido a que se encuentra en la ruta migratoria atlántica y a que sus características oceanográficas (ausencia de plataforma continental, afloramiento de corrientes, etc.) permiten que se establezcan poblaciones residentes. En sus aguas habitan el delfín mular (*Tursiops truncatus*), el calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*). Las tres especies son cetáceos odontocetos, especies predadoras situadas en la cúspide de la cadena trófica marina. Son poblaciones residentes, con movilidad pequeña, por ello el estudio de la carga de contaminantes en sus tejidos puede darnos información sobre los niveles de exposición en la zona donde viven. Adicionalmente, estas tres especies difieren en sus hábitats y sus costumbres, proporcionándonos diferentes niveles de información.

En Gran Canaria existe, desde el año 1993, un banco de tejidos que recoge muestras de animales varados en las diferentes islas de archipiélago. El estudio que aquí se presenta se ha centrado en determinar las concentraciones de diferentes contaminantes ambientales con actividad hormonal en *blubber* y en hígado de individuos varados de las tres especies de cetáceos residentes. El propósito es establecer los rangos de contaminantes en las especies estudiadas, y comparar los niveles encontrados con los descritos en otras áreas geográficas.

Se analizaron muestras de 12 delfines mulares, 6 calderones tropicales y 7 cachalotes. En la grasa subcutánea (*blubber*) se analizaron 26 compuestos clorados mediante cromatografía de gases con captura de electrones. Entre ellos, 15 pesticidas clorados (aldrin, clordano, dieldrin, endosulfan, endrin, hexaclorohexano, hexaclorobenzeno, lindano, trifuralin y DDTs) y 11 congéneres de policlorados bifenilos (PCBs). En hígado, se analizaron compuestos no clorados: metales pesados y compuestos orgánicos de estaño. Los metales (As, Cd, Pb y Hg) se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica. Los protocolos utilizados para el análisis de compuestos organoclorados y metales pesados fueron los recomendados por la UNEP. Para la detección de tributilestaño, dibutilestaño y monobutilestaño se siguió el método descrito por Yang et., (1998). Los resultados de los compuestos orgánicos se expresan en ng/g de peso fresco y de los metales en mg/g peso seco.

## Compuestos clorados en *blubber*

Los compuestos que aparecieron a mayor concentración fueron los PCBs, destacando el congénere PCB153, y los DDTs, siendo pp'-DDE el metabolito mayoritario (**Fig. 1**). Estos compuestos son los más comunes en *blubber* de cetáceos odontocetos (Stein et al., 2003). Otros pesticidas, como clordano, aldrin y hexaclorobenzeno, también se detectaron en todos los animales analizados, si bien aparecían a pequeñas concentraciones.



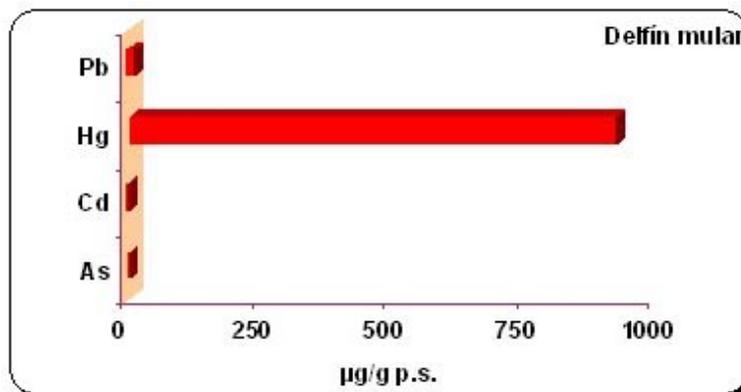
**Figura 1.** Rangos de concentraciones (ng/g p.f.) de compuestos organoclorados en blubber de tres especies de cetáceos. (PCB\* = Suma PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

Al comparar las tres especies, observamos que el delfín mular presentaba las concentraciones más elevadas para casi todos estos compuestos, superando en un orden de magnitud a las detectadas en las otras dos especies. Sus hábitos alimenticios, sus costumbres costeras y la mayor proximidad a las fuentes de contaminación podrían explicar estos resultados. Al comparar las concentraciones obtenidas en delfín con otras áreas geográficas, observamos que los niveles de compuestos clorados eran similares a los de zonas con contaminación media o baja. Así, las concentraciones de PCBs estaban próximas a las detectadas en Irlanda (Berrow et al., 2002) y en la costa Atlántica de Estados Unidos (Stein et al., 2003); y las de DDTs próximas a las descritas en Inglaterra (Stein et al., 2003) y Australia (Salata et al., 1995). Todos los valores se encontraban muy alejados de los obtenidos en zonas con elevada contaminación (Corsolini et al., 1995).

### Compuestos no clorados en hígado

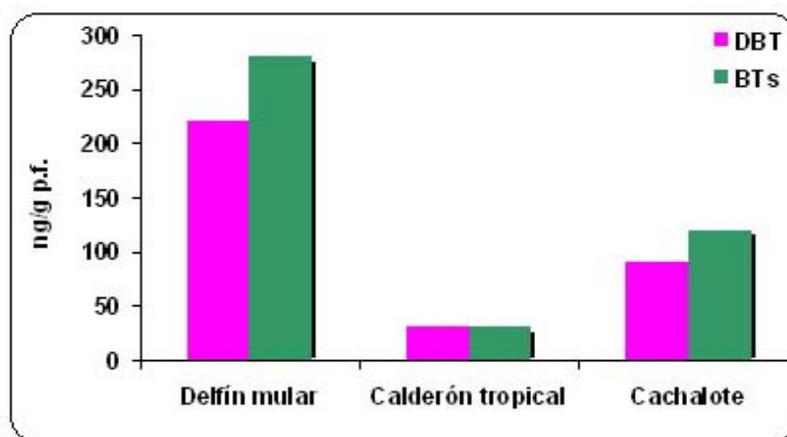
Respecto a metales pesados (Fig. 2), encontramos que las tres especies mostraron niveles muy semejantes. El arsénico, el cadmio y el plomo representaban niveles medios respecto a los descritos en delfines de otras áreas geográficas (Law et al., 2003; Cardellicchio et al., 2000). Destacan los niveles hepáticos de mercurio, que se consideran muy altos en las tres

especies y son similares a los detectados en delfín listado del Mar Mediterráneo (Capelli et al., 2000; Cardellicchio et al., 2002). En este mar los niveles de mercurio son elevados debido a sus especiales condiciones geológicas y ambientales.



**Figura 2 .** Concentración de metales pesados (ug/g p.s.) en hígado de delfin mular.

Respecto a los compuestos orgánicos de estaño es necesario señalar que el tributilestaño (TBT) y sus metabolitos se detectaban a unas concentraciones muy bajas en las tres especies, encontrándose los niveles mas elevados en delfín mular (**Fig. 3**). El dibutilestaño (DBT) fue el compuesto detectado con mayor frecuencia y a concentraciones más elevadas. Esto puede ser debido a la capacidad que presentan diferentes especies de cetáceos de metabolizar el TBT y acumular DBT (Kannan et al., 1996; Tanabe et al., 1998). Los niveles encontrados en este estudio, se asemejan a los encontrados en especies de delfín en la India y Filipinas (Tanabe et al., 1998), zonas con baja contaminación.



**Figura 3 .** Concentración (ng/g p.f.) de Butilestaño (BTs) y dibutilestaño (DBT) en hígado de tres especies de cetaceos.

## Conclusión

Podemos indicar de forma general, que los valores medios de los diferentes contaminantes detectados en el *blubber* y en el hígado de los cetáceos residentes en el Archipiélago Canario, se pueden considerar bajos o medios respecto a los obtenidos en otras áreas geográficas, a excepción del mercurio. La especie que presenta la concentración más elevada de contaminantes es el delfín mular, sus costumbres costeras podrían explicar esta situación, ya que en estas zonas la incidencia de estos compuestos puede ser mayor.

## Referencias

- Capelli, R., Drava, G., De Pellegrin, R., Minganti, V. y Poggi, R. 2000. Study of trace elements in organs and tissues of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) found dead along the Ligurian coasts (Italy). *Advances Environmental Research* 4:31-43.
- Berrow, S.D., Mchugh, B., Glynn, D., McGovern, E., Parsons, K.M., Baird, R.W. y Hooker, S.K. 2002. Organochlorine concentrations in resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Shannon estuary, Ireland. *Marine Pollution Bulletin* 44: 1296-1313.
- Cardellicchio N., Giandomenico S., Ragone P. y Di Leo A. 2000. Tissue distribution of metals in striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) from the Apulian coasts, southern Italy. *Marine Environmental Research* 49:55-66.
- Cardellicchio N., Decataldo A., Di Leo A. y Misino A. 2002. Accumulation and tissue distribution of mercury and selenium in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) from the Mediterranean Sea (southern Italy). *Environmental Pollution* 116:265-271
- Corsolini, S., Focardi, S., Kannan, K., Tanabe, S., Borrell, A. y Tatsukawa, R. 1995. Congener profile and toxicity assessment of polychlorinated biphenyls in dolphins, sharks and tuna collected from Italian coastal waters. *Marine Environmental Research* 40:33-53.
- Gregory, M. y Cyr, G. 2003. Effects of environmental contaminants on the endocrine system of marine mammals. En *Toxicology of marine mammals* (eds.Vos J.G., Bossart, G.D., Fournier, F. y O'Shea, T.J.), pp. 67- 81, Taylor & Francis, London, Great Britain.
- Jones, K.C. y de Voogt, P. 1999. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science. *Environmental Pollution* 100:209-221.
- Kannan K., Corsolini S., Focardi S., Tanabe S., Tatsukawa R. 1996. Accumulation pattern of butyltin compounds in dolphin, tuna and shark collected from Italian coastal waters. *Archives Environmental Contamination Toxicology* 31:19-23.
- Kurzel, R.B. y Cetrulo, C.L. 1985. Chemical teratogenesis and reproductive failure. *Obstetrical and Gynecological Survey* 40:397-424.
- Law, R.J., Morris, R.J., Allchin, C.R., Jones, B.R. y Nicholson, M.D. 2003. Metals and organochlorines in small cetaceans stranded on the east coast of Australia. *Marine Pollution Bulletin* 46:1206-1211.
- National Research Council (NRC). 1999. Hormonally active agents in the environment. National Academy press, Washington D.C.
- O'Shea, T.J. y Tanabe, S. 2003. Persistent ocean contaminants and marine mammals: A retrospective overview. En *Toxicology of marine mammals* (eds.Vos,J.G., Bossart, G.D., Fournier, F. y O'Shea, T.J.), pp. 99 - 134, Taylor & Francis, London, Great Britain.
- Reijnders, P.J.H. 2003. Reproductive and developmental effects of environmental effects of environmental organochlorines on marine mammals. En *Toxicology of marine mammals* (eds.Vos,J.G., Bossart, G.D., Fournier, F. y O'Shea, T.J.), pp. 55 - 66, Taylor & Francis, London, Great Britain.
- Salata, G.G., Wade, T.L., Sericano, J.L., Davis, J.W. y Brooks, J.M. 1995. Analysis of bottlenose dolphins for organochlorine pesticides and PCBs. *Environmental Pollution* 88: 167-175.
- Stein, J.E., Tilbury, K.L., Miador, J.P., Gorzelany, J., Worthy, G.A.J. y Krahn, M. 2003. Ecotoxicological investigations of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) strandings: accumulation of persistent organic chemicals and metals. En: *Toxicology in Mammals*. (eds.Vos, J.G., Bossart, G.D., Fournier, F. y O'Shea, T.J.), pp. 458-488, Taylor & Francis, London, Great Britain.
- Tanabe S., Prudente M., Mizuno T., Hasegawa J., Iwata H., Miyazaki N. 1998. Butyltin contamination in marine mammals from north Pacific and Asian coastal waters. *Environment Science Technology* 32: 193-198.
- UNEP, 2003. Global Report. Regionally based assessment of persistent toxic substances. Pp 54-136.

[http://http://www.chem.unep.ch/pts/gr/Global\\_Report.pdf](http://http://www.chem.unep.ch/pts/gr/Global_Report.pdf)

Yang, J. y Miyazaki, N. 1998. Occurrence of butyltin compounds in Beluga whales. *Applied Organometallic Chemistry* 12, 651-656