

BIOMONITORIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS MEDIANTE CORMORANES GRANDES (*Phalacrocorax carbo sinensis*) DE LA LAGUNA COSTERA DEL MAR MENOR

Gonzalo Navarro García<sup>1</sup>, Silvia Jerez Rodríguez<sup>1</sup>, Pablo Farinós Celdrán<sup>2</sup>, Francisco Robledano Aymerich<sup>2</sup>, Miguel Motas Guzmán<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Área de Toxicología, Departamento de Ciencias Sociosanitarias; <sup>2</sup>Departamento de Ecología e Hidrología

INTRODUCCIÓN

Las aves acuáticas son de gran utilidad como biomonitores de la contaminación debido a su amplia distribución, su facilidad de identificación, su posición en la cima de la pirámide trófica, y su papel como componente estructural de los ecosistemas acuáticos [1]. En los últimos años han demostrado una tendencia a la acumulación de contaminantes ambientales en sus tejidos, permitiendo un análisis retrospectivo y mostrando el estado ecotoxicológico de la zona estudiada [2].

Los metales pesados están asociados a efectos nocivos sobre la fauna y los seres humanos, de modo que su control y seguimiento en el entorno es fundamental como base científica en la toma de decisiones [3].

La laguna costera del Mar Menor (Región de Murcia) es un importante enclave ambiental. Cuenta con diversas figuras de protección, a destacar su inclusión en la Lista Ramsar de Humedales de Importancia Internacional, es Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) según la Directiva Hábitats 92/43/CEE. Sin embargo la laguna sufre importantes impactos ambientales que amenazan la conservación de sus ecosistemas, pudiendo afectar a la flora, la fauna y los seres humanos expuestos a los elementos contaminantes, como son los metales pesados: la actividad industrial, en especial la minería; los efluentes de la agricultura intensiva; y el desarrollo urbanístico [4].

La finalidad de este estudio ha sido evaluar la exposición a metales pesados en Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) del Mar Menor, especie que ha experimentado un incremento poblacional considerable [5], así como su distribución en los distintos tejidos y su utilidad como biomonitor de la contaminación.

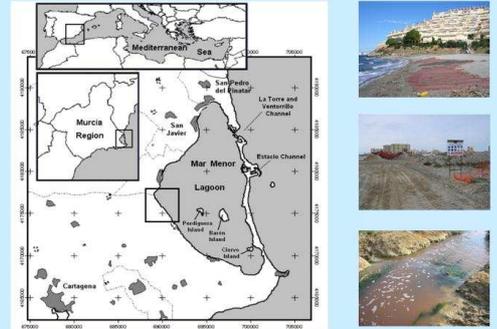


Figura 1. Localización del Mar Menor en el Mediterráneo (izquierda) y factores de presión humana (derecha)

MATERIAL Y MÉTODOS



Figura 2 (izquierda). Imagen de *Phalacrocorax carbo* y ejemplar hallado en el Mar Menor

Se han analizado las concentraciones de tres metales pesados (cromo, manganeso y selenio) en distintos tejidos (hígado, riñón, músculo, hueso y pluma) de la subespecie *Phalacrocorax carbo sinensis*. Se ha contado con individuos juveniles hallados muertos en la costa de La Manga del Mar Menor. Una vez extraídos los tejidos, fueron lavados (en el caso de huesos y plumas), desecados y triturados, se sometieron a digestión húmeda ácida bajo presión asistida por microondas y se analizaron mediante ICP-MS. El tratamiento estadístico de los resultados se realizó con el software SPSS (versión 15.0).



Figura 3. Proceso de desecación, trituración, digestión y análisis de las muestras

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Concentraciones de metales en *Phalacrocorax carbo sinensis*

Tejido/Elemento	Cr	Mn	Se
<b>Hígado</b>	0,407±0,245 0,131-0,776	9,411±2,169 7,182-13,032	9,808±4,355 6,729-12,887
<b>Riñón</b>	0,492±0,423 0,049-1,274	4,675±2,396 2,225-10,093	13,442±7,112 8,413-18,472
<b>Músculo</b>	0,479±0,307 0,178-1,131	1,790±0,336 1,388-2,383	7,614±6,350 3,123-12,104
<b>Hueso</b>	0,209±0,150 0,032-0,402	5,989±0,815 4,701-7,271	2,075±0,572 1,670-2,479
<b>Pluma</b>	4,883±1,832 2,553-8,591	12,299±12,996 0,901-40,340	1,256±0,373 0,992-1,519

Los datos se presentan en µg/g de peso seco como media±DS y valores min-máx.

Los niveles de cromo, manganeso y selenio hallados en hígado, riñón, músculo, hueso y pluma, se muestran en la Tabla 1, mientras que su distribución porcentual se muestra en la Figura 4.

La cinética de estos elementos (Figura 4), se encuentra acorde con la distribución propuesta por otros autores [6, 7, 8, 9] salvo algunas diferencias encontradas principalmente en las plumas, posiblemente debido a las diferencias de edad y de especie.

La pluma se contempla como un órgano fundamental para la evaluación de la exposición al cromo pero, no obstante, las muestras de tejido hepático y renal deben tenerse en cuenta a la hora de abordar su valoración.

En cuanto al manganeso, el hígado y el riñón se muestran como las muestras más adecuadas para su monitorización en aves, aunque los elevados niveles hallados en las plumas, sugieren que se trata de una muestra a considerar al menos en individuos jóvenes. El hueso se contempla como una muestra interesante para la evaluación de la exposición al manganeso a largo plazo.

En la monitorización del selenio, el tejido hepático y el renal son especialmente útiles, mientras que las plumas presentan una escasa relevancia. El selenio tiende a biomagnificarse a medida que se asciende en la cadena trófica en el medio acuático [10, 13].

Los niveles de cromo hallados en los principales órganos de acumulación (riñón, hígado y pluma) (Tabla 1), superan a los niveles obtenidos en individuos del mismo género y especie, en otras localizaciones [6, 7, 8, 9], sugiriendo que el entorno del Mar Menor se ve influenciado por los factores de presión de origen antrópico. Además, el nivel medio de selenio en hígado se encuentra muy próximo al límite a partir del cual se produce algún efecto tóxico (10 µg/g de peso seco) [10]. Los niveles de manganeso se encuentran por debajo de lo hallado en otras localizaciones [6, 7, 8].

En las aves migratorias, la exposición a contaminantes durante todo el año está determinada por sus patrones de migración, de modo que estas aves migran para realizar la cría y su invernada [11], como es el caso del Cormorán Grande que inverna en el Mar Menor. Aunque la movilidad y longevidad de las aves en ocasiones se considera que reduce su utilidad como bioindicadores, son esos mismos atributos los que permiten considerar su potencial para indicar cambios en el medio ambiente a escalas y en sistemas a los cuales de otro modo sería muy difícil de acceder [12]. Los resultados obtenidos en el presente estudio junto con la bibliografía consultada, permiten confirmar la utilidad de *Phalacrocorax carbo sinensis*, en la monitorización de estos oligoelementos esenciales en el entorno del Mar Menor.

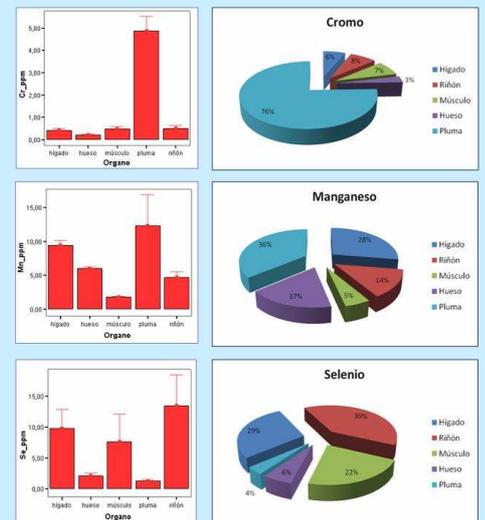


Figura 4. Niveles de metales en µg/g de peso seco (izquierda) y distribución porcentual de los elementos en los tejidos (derecha)