

“PINGÜINOS EN LA ANTÁRTIDA: CENTINELAS DE LA CONTAMINACIÓN”

Miguel Motas Guzmán

La Antártida a menudo se considera como una de las últimas regiones vírgenes del planeta, un símbolo de conservación ambiental global, pero estudios relativamente recientes han destacado que algunas áreas antárticas pueden verse afectadas por la contaminación antropogénica. Varios contaminantes persistentes pueden llegar a la Antártida por transporte a largo plazo por vías oceánicas y atmosféricas, así como el aumento de las actividades locales (derrames de petróleo, pinturas, quema de basura en campo abierto y combustión de combustible, entre otros) pueden introducir contaminantes en el medio ambiente circundante.

En este contexto, el Protocolo sobre Protección Ambiental del Tratado Antártico (Protocolo de Madrid de 1991) inició una etapa de regulación y control de las actividades antárticas. Pero antes de su implementación se llevaron a cabo muchas actividades humanas sin ninguna consideración por la salud ambiental en esta región. En la actualidad, la presencia humana y sus actividades asociadas aumentan cada año en determinadas zonas como la Península Antártica, donde el turismo ha crecido exponencialmente durante las últimas dos décadas. Además, el crecimiento de la población y el desarrollo industrial en los países del hemisferio sur pueden aumentar el impacto de los contaminantes en la Antártida. Estudios recientes han demostrado que los niveles de contaminación ambiental y su biodisponibilidad están aumentando en algunas áreas antárticas e incluso se han detectado compuestos nunca utilizados allí en la biota local.

En este contexto, se ha propuesto a los pingüinos antárticos como potenciales centinelas para el seguimiento de la contaminación. Estos organismos presentan varias de las características de los centinelas útiles en otras regiones. Son grandes depredadores y especies longevas, por lo que pueden ocurrir fenómenos de biomagnificación y bioacumulación, presentan rangos de distribución amplios con poblaciones abundantes, tienen un tamaño corporal grande que facilita el muestreo e integra la contaminación en el tiempo y el espacio.

La principal desventaja en la Antártida es la dificultad de obtener muestras de gran tamaño, ya que el Tratado Antártico no permite recolectar individuos vivos y solo se pueden recolectar cadáveres. Además, los estándares éticos recomiendan el uso de métodos de muestreo no invasivos como alternativa a la captura y sacrificio de organismos. Las plumas, por ejemplo, son muestras útiles no invasivas para el control de la contaminación, especialmente para metales que presentan una alta afinidad por los grupos sulfhidrilo de las proteínas estructurales de la pluma.

Según estos antecedentes, los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- evaluar la existencia de diferencias entre especies y dentro de poblaciones de la misma especie;

- analizar la presencia de contaminantes orgánicos relevantes (bifenilos policlorados, compuestos perfluorados, ftalatos y bisfenol A) en tejidos de pingüinos barbijo (*Pygoscelis antarctica*) y krill de la Isla Decepción (Islas Shetland del Sur, área de la Península Antártica);
- evaluar los patrones de acumulación entre tejidos y la acumulación con la edad de los elementos y compuestos estudiados en estas especies de pingüinos; identificar los órganos objetivo de la acumulación de contaminantes y los niveles potencialmente tóxicos para los pingüinos; identificar aumentos de contaminantes en la red alimentaria antártica; y evaluar la utilidad de los pingüinos como organismos indicadores de contaminación en el área de estudio.

Se determinaron las concentraciones de 27 congéneres de bifenilos policlorados (PCB), ftalatos de mono-2-etilhexilo y di-2-etilhexilo (MEPH y DEPH), ácidos perfluorooctanoico y perfluorooctanosulfónico (PFOA y PFOS) y bisfenol A (BPA) en tejidos de pingüinos de barbijo y krill de la Isla Decepción (área de la Península Antártica) recolectados en la temporada de verano austral 2009-2010. Se tomaron muestras de hígado, riñón, músculo, corazón y cerebro mediante necropsias de 10 cadáveres de pingüinos (4 adultos y 6 polluelos). Las muestras se extrajeron específicamente para cada familia de compuestos.

Los congéneres de PCB se analizaron mediante cromatografía de gases equipada con un detector de captura de electrones de ^{63}Ni . Los límites de detección estuvieron entre 0,002 y 2,541 $\text{pg } \mu\text{l}^{-1}$. Los compuestos perfluorados, los ftalatos y el BPA se analizaron mediante cromatografía líquida de alta resolución con espectrometría de masas en tándem de ionización por electropulverización. Los límites de detección fueron 0.500 ng g^{-1} para PFOS, PFOA y BPA, 2.000 ng g^{-1} para MEHP y 10.000 ng g^{-1} para DEHP. La precisión analítica se verificó mediante el uso de blancos, estándares de calibración y picos de matriz.

El análisis estadístico se realizó utilizando SPSS versión 15.0. Se utilizaron metodologías paramétricas (prueba ANOVA de una vía con prueba post hoc de Bonferroni y prueba T-Student) cuando se cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad. En caso contrario, se utilizó la prueba análoga no paramétrica (prueba de Kruskal-Wallis con comparaciones post hoc y prueba U de Mann-Whitney). Se evaluaron las diferencias en la acumulación de contaminantes en los tejidos internos, las plumas y el contenido del estómago de los pingüinos, y las diferencias en las concentraciones de metales entre los polluelos, los juveniles y los individuos adultos. También se evaluaron las diferencias geográficas e interespecíficas. Finalmente, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre pares de elementos. Se consideró que un valor de p inferior a 0,05 indicaba significación estadística.

Con respecto a los contaminantes orgánicos, nuestros análisis revelaron la presencia de PCB's en los pingüinos de barbijo y el krill de la isla Decepción. Sin embargo, las concentraciones detectadas fueron más bajas que las encontradas en otras áreas antárticas o en otras regiones del mundo. De todos modos, se encontró un factor de biomagnificación alto para estos compuestos entre los pingüinos de barbijo y el krill (BMF = 5,85). Las similitudes entre nuestros resultados sobre huellas dactilares y

estudios anteriores destacaron la existencia de transferencia materna de PCB's en esta especie y una posible tendencia a la disminución de las concentraciones de PCB's en el área de estudio, como se observó anteriormente en el Ártico.

En el caso de los PFC, el PFOA se encontró en casi todas las muestras (91,43%) mientras que el PFOS solo se encontró en dos de ellas (5,71%). A diferencia de los PCB's, puede estar ocurriendo un posible aumento de los niveles ambientales de PFOA en las Islas Shetland del Sur. Se encontraron niveles relativamente altos de PFOA en nuestras muestras, mientras que los niveles de PFOS fueron más bajos que los que se encuentran en el Ártico u otras regiones. Nuestros resultados confirman la presencia de PFC en la Antártida y la distribución generalizada de estos compuestos, aunque los niveles detectados fueron varios órdenes de magnitud más bajos que los que se sabe que causan efectos adversos en los animales.

Se detectó MEHP en el 25,71% de nuestras muestras de pingüinos, pero no en el krill. Por el contrario, el DEHP mostró niveles detectables en krill pero no en tejidos de pingüinos. Finalmente, no se encontró BPA en este estudio. La presencia de este compuesto en organismos antárticos debería probarse en estudios futuros, ya que hasta la fecha no hay prácticamente datos disponibles sobre este tema.