

Universidad de Magallanes  
Programa GAIA Antártica  
Diplomado en Asuntos Antárticos



# **EL KRILL, PIEDRA ANGULAR DEL ECOSISTEMA MARINO ANTARTICO**

Estudio de la conservación del Krill y su ecosistema

Manuel Darío Martínez Gómez  
Ingeniero Civil en Electricidad  
Académico Universidad de Magallanes

Punta Arenas, Chile

2015

## CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 3  |
| INTRODUCCIÓN .....  | 3  |
| CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA MARINO ANTARTICO .....  | 4  |
| <i>Commission for the Conservation of the Antarctic Marine Living Resources</i><br>(CCAMLR) ..... | 4  |
| CCAMLR <i>Ecosystem Monitoring Programme</i> (CEMP) .....   | 5  |
| EL KIRLL ANTÁRTICO Y SU INFLUENCIA EN EL ECOSISTEMA .....   | 5  |
| VARIACIÓN EN LA ABUNDANCIA DE KRILL .....   | 7  |
| ANEXOS: FIGURAS COMPLEMENTARIAS.....  | 9  |
| CONCLUSIONES.....   | 11 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 12 |

## **RESUMEN**

La presente monografía expone las características principales que hacen al Krill, un pilar fundamental dentro del equilibrio ecológico del ecosistema marino antártico y subantártico. Se exponen análisis que buscan establecer la correlación entre la población del Krill Antártico y su ecosistema asociado. Al mismo tiempo, se presentan los avances logrados en su estado de conservación a través de distintas reglamentaciones y consideraciones por la *Committe of Conservation of Marine Living Resources* (CCMLR).

## **PALABRAS CLAVE**

Antártica, Ecosistema Marino, Pesca, Conservación, Krill.

## **INTRODUCCIÓN**

La conservación de la biodiversidad es una de las grandes preocupaciones hoy en día, en vista del constante crecimiento poblacional de la humanidad. Es por ello, que en los últimos años, se ha prestado especial interés en el estudio de la conservación del ecosistema marino antártico, que es uno de los ecosistemas especialmente más frágiles en el mundo debido a sus características y ubicación.

Como esfuerzos realizados en este ámbito, se han dictado reglamentos e impuestas limitaciones a la intervención humana sobre las especies circundantes al continente blanco, siendo el tema principal de este trabajo, lo relacionado a la conservación del krill antártico (*Euphausia superba*), debido a su relación con toda la cadena alimenticia del ecosistema marino antártico.

El objetivo esencial del trabajo se logrará a través del recuento de avances científicos en cuanto a variaciones en la población de krill y el efecto que tiene esto en su entorno. En cuanto a la metodología utilizada, se recurrió a fuentes secundarias de información, tales como artículos publicados en revistas científicas, algunos de acceso gratuito disponibles para su consulta en internet, y además se utilizaron imágenes disponibles tanto en los artículos como en internet.

## **CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA MARINO ANTARTICO**

### ***Commission for the Conservation of the Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR)***

La pesca en aguas antárticas se remonta a fechas anteriores al siglo XX, y ha representado un factor de riesgo que influye directamente en la población de especies marinas. Es por ello que en el año 1980, es firmada por los países pertenecientes al tratado antártico la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, que fija un área para la protección de especies antárticas. La convención entra en vigencia el año 1982, mismo año en que se conforma la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR)<sup>1</sup>, organización intergubernamental, apoyada por los países adherentes al tratado antártico y que es responsable de la conservación y uso racional de los recursos vivos marinos antárticos.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Los documentos oficiales sobre la comisión se encuentran disponibles en su sitio web: [www.ccamlr.org](http://www.ccamlr.org)

<sup>2</sup> Kock, K. H., Reid, K., Croxall, J., & Nicol, S. (2007). Fisheries in the South Ocean: an ecosystem approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362(1), 2333-2349.

## **CCAMLR *Ecosystem Monitoring Programme* (CEMP)**

A partir de los años 1973/74, comienza la pesca regularizada de krill antártico en volúmenes alrededor de 350.000 toneladas (Nicol & Endo, 1997). Durante la década de los 80', la CCAMLR fomenta la realización de diversos estudios que indican la importancia del krill antártico en el marco de la conservación del ecosistema marino mundial, debido a ello, se formula la creación de su Programa de Monitoreo del Ecosistema como elemento activo del CCAMLR. Los objetivos principales del programa son:

- Detectar y registrar cambios significativos en componentes críticos del ecosistema marino dentro del área de la convención.
- Distinguir entre cambios debido a la cosecha de especies comerciales, y cambios debido a la variabilidad del entorno, tanto física como biológica.<sup>3</sup>

## **EL KRILL ANTÁRTICO Y SU INFLUENCIA EN EL ECOSISTEMA**

Durante mucho tiempo se consideró el impacto del hombre hacia las especies de manera individual, monitoreando y precaviendo en sus volúmenes poblacionales para evitar una eventual extinción<sup>4</sup>. Sin embargo, recientes trabajos en el área de la ecología (Holt & Talbot, 1978), han demostrado la mutua interacción entre cantidades poblacionales de diversas especies que conforman un mismo ecosistema. Esto ha permitido el desarrollo de teorías que van incluso más allá, concibiendo la idea de una interdependencia entre ecosistemas del alto trópico y el

---

<sup>3</sup> Kock, K. H., Reid, K., Croxall, J., & Nicol, S. (2007)... op. cit.

<sup>4</sup> La influencia del hombre se ha comprobado que produjo la extinción de 338 especies de vertebrados terrestres desde el año 1500 según un artículo de la revista Science. (Ceballos, et al, 2015).

ecosistema antártico, a través de la migración de especies marinas (Vanfrancker, 1992).

A partir de la creación del CEMP, se ha tomado como base la idea del krill como eslabón un importante en la cadena alimenticia de un abanico amplio de especies, entre las más destacadas los pingüinos papúa, adelia, y macaroni, así como también a lobos marinos, ballenas y albatros de ceja negra. Esto sumado a una importante baja en la población de estas especies, ha instalado la preocupación de muchos, que ya han comenzado a realizar estudios que busquen medir cuan relacionado está la pesca del krill con las tasas de crecimiento poblacional de estas especies.

Un estudio reciente (Reid, et al, 2005) recolectó información de especies del alto trópico para establecer indicadores relacionados a los cambios de población de krill en el trópico inferior examinó la siguiente hipótesis:

- I - Un cambio en la abundancia de krill, provoca un cambio predecible sobre los depredadores.
- II - La respuesta sobre los depredadores es no lineal, dando la expectativa de una relación funcional.
- III - Los conjuntos de datos que exhiben la mayor variabilidad son los indicadores más sensibles al cambio en la abundancia de krill.
- IV - Un conjunto de datos multivariantes es más sensible a cambios en el krill que a un conjunto que considera menos variables.

Como resultado del estudio que recolectó información de los años 1973 a 2002, se obtuvo que el krill está más relacionado a lobos marinos y pingüinos papúa que otras especies estudiadas que migran hacia trópicos más cálidos.<sup>5</sup>

Así como el anterior, son numerosos los estudios que demuestran vincular al krill con parte del ecosistema marino mundial, los que se han transformado en presiones sobre la CCAMLR para que regule de mejor forma la intervención humana sobre esta especie.

## **VARIACIÓN EN LA ABUNDANCIA DE KRILL**

Entre los factores conocidos relacionados al ciclo de vida del krill, están las algas debajo del hielo marino circundante al continente antártico, que corresponden a su principal fuente de alimento<sup>6</sup>. Es debido al estudio de estas algas, que se ha determinado la ubicación aproximada donde se concentra la mayor cantidad de krill, que según algunos científicos (Brierley, et al, 2002) se encuentra sobre hielo derretido bajo las masas de hielo de la superficie del borde continental antártico, extendiéndose en una banda de 1 a 13 [km] de distancia desde el borde, y a una profundidad entre 25 y 75 [m] aproximadamente. Para lograr estimaciones como estas, los investigadores obtienen datos por medio de ecosondas a bordo de un barco, y se corroboraron a través del método de captura con red.

Como resultado del estudio anterior y similares, se ha determinado que la principal causa “natural” en la variación del krill es el desplazamiento de los bordes de la superficie congelada del continente antártico que comúnmente se extiende en

---

<sup>5</sup> Reid, K., Croxall, J. P., Briggs, D. R., & Murphy, E. J. (2005). Antarctic ecosystem monitoring: quantifying the response of ecosystem indicators to variability in Antarctic krill. *ICES Journal of Marine Science*, 62(1), 366-373.

<sup>6</sup> El hábitat natural del krill antártico se encuentra en los anexos, figura número 1.

invierno, y se recoge en verano. En vista de los resultados, muchos científicos atribuyen al calentamiento global como causante de la disminución del krill, relacionándolo con el progresivo retroceso de la superficie de hielo en invierno. No obstante lo anterior, todos los investigadores concuerdan que la causa principal y directa de la disminución en el volumen de krill antártico (y de estancamiento en la reproducción de especies depredadoras como pingüinos y lobos marinos) es la actividad pesquera.<sup>7</sup>

En vista a lo anterior, otro foco de estudio reciente, es con respecto a las mediciones de variación en la biomasa del krill antártico, se realizan actualmente esfuerzos por mejorar los métodos empleados para ello. Estas iniciativas tomaron forma el año 2005, cuando la CCAMLR realizó un trabajo colaborativo con científicos alrededor del mundo (CCAMLR, 2005), con el objetivo de poder ajustar de mejor manera las reglamentaciones a la pesca internacional relacionada a especies marinas antárticas. Es a partir de este espacio colaborativo, que se desarrolló un trabajo (Reiss, et al, 2008) que ha presentado antecedentes que denotan una clara diferencia en los volúmenes de krill registrados por los métodos utilizados anteriormente por la CCAMLR. Según este estudio, la medición tradicional por ecosondas (método de dureza del objetivo escaneado o target-strenght model)<sup>8</sup> debe realizarse variando la frecuencia del sonar dependiendo del tamaño mínimo y máximo del krill (relacionado a su etapa de vida). Este nuevo método propuesto, permite representar de mejor manera la población existente de krill, que resultó ser menor de lo que se pensaba, aproximadamente la mitad de volumen para algunos años.

---

<sup>7</sup> Kock, K. H., Reid, K., Croxall, J., & Nicol, S. (2007)... op. cit.

<sup>8</sup> Un resultado obtenido mediante un escaneo se encuentra en los anexos, figura número 2.

## ANEXOS: FIGURAS COMPLEMENTARIAS

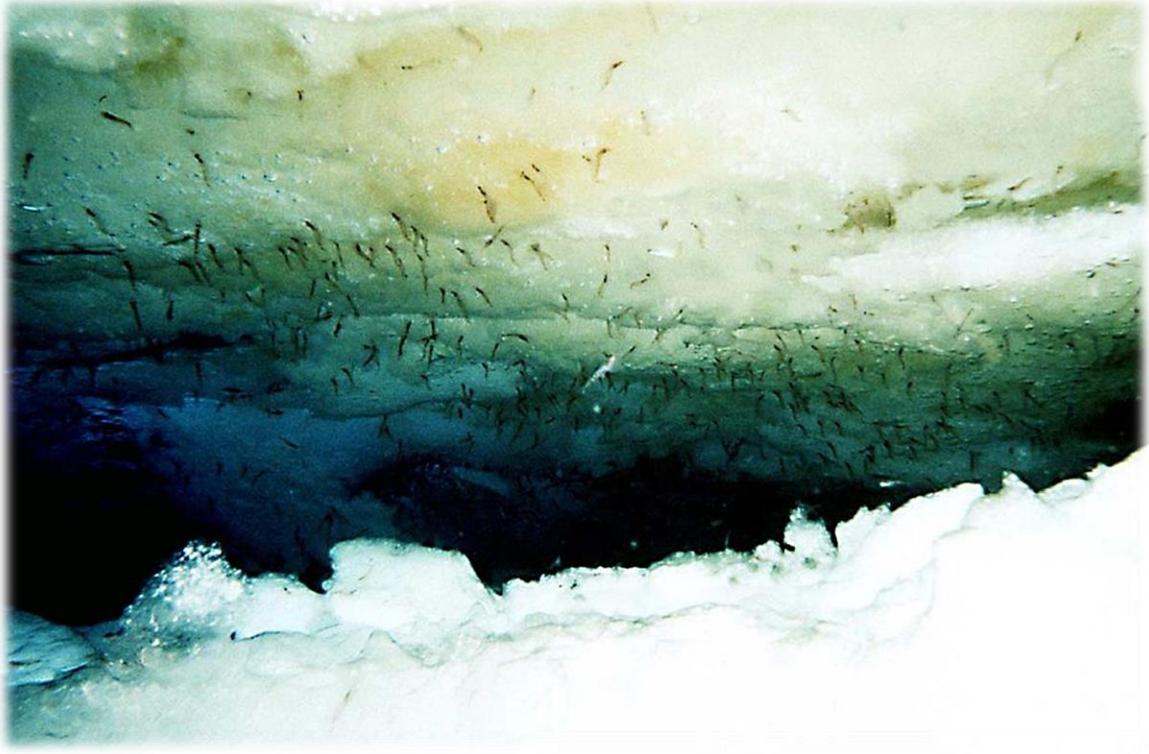


Figura 1. Krill antártico rasgando paredes congeladas con algas en la Antártica.

Fuente: ATOLL Laboratory.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Esta imagen fue obtenida del sitio web: <http://www.asoc.org/advocacy/krill-conservation>

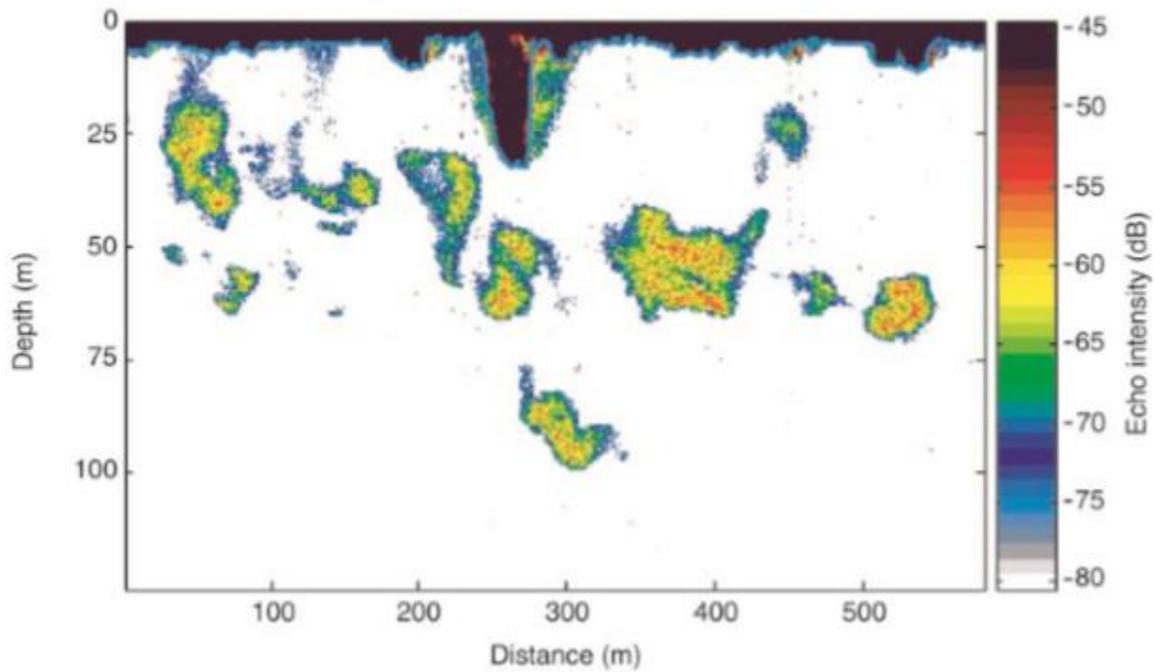


Figura 2. Ecograma de 38 [kHz] que muestra enjambres de krill bajo la capa de hielo del océano antártico. Se representan la profundidad en [m], distancia en [m] y la intensidad de la ecosonda, que va desde  $-45$  [dB] (4430 [m<sup>3</sup>] de krill aprox.) a  $-80$  [dB] (1.4 [m<sup>3</sup>] de krill aprox.).

Fuente: Gatty Marine Laboratory<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Esta imagen fue obtenida del artículo citado en bibliografía (Brierley, et al, 2002).

## CONCLUSIONES

Dados los antecedentes abordados en esta monografía, una primera conclusión es que los ecosistemas en el océano antártico son dinámicos, debido a que la variabilidad en el entorno físico puede tener efectos directos e indirectos sobre la abundancia del krill, incluyendo otras presas y sus depredadores.

Respecto a las variables que repercuten sobre la abundancia del krill, cambios en el hielo marino que rodea al continente producen visibles variaciones en el volumen de esta especie, siendo el calentamiento global que interviene en el retroceso del hielo, uno de los factores a considerar (aunque en menor medida), junto con la pesca, como los principales responsables en la disminución del krill.

También, es importante destacar la ventaja de mejorar el método de medición del volumen de krill a través del sonido, que permitirá prescindir completamente de la captura por red del krill para los análisis, lo que resultará en un menor estrés para la especie y menor posibilidad de alterar su entorno. Otra ventaja importante de lo anterior, es que las medidas precautorias para el control de la variabilidad del krill antártico mejorarán, al ser implementadas reglamentaciones más estrictas a la pesca internacional por parte del CCAMLR, que tendrá mejores antecedentes como evidencia del impacto real que se está causando.

Finalmente queda añadir que el camino para la conservación del ecosistema marino antártico aun es largo, pero gracias a los esfuerzos realizados, y al mejor entendimiento del rol que cumple el krill en el mismo, se avistan prontas mejoras y una posibilidad cada vez más cercana de conseguir una preservación total de los recursos circundantes al continente antártico.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Kock, K. H., Reid, K., Croxall, J., & Nicol, S. (2007). Fisheries in the South Ocean: an ecosystem approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362(1), 2333-2349.
- (2) Nicol, S., & Endo, Y. (1997). Krill fisheries of the world. *FAO fisheries technical paper*, 367(1).
- (3) Holt, S. J., & Talbot, L. M. (1978). New principles for the conservation of wild living resources. *Wildl. Monogr*, 59(1), 1-33.
- (4) Vanfrancker, J. A. (1992). Top predators as indicators for ecosystem events in the confluence zone and marginal ice-zone of the Weddell and Scotia seas, Antarctica, November 1988 to January 1989 (epos leg 2). *Polar Biology*, 12(1), 93-102.
- (5) Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5).  
Disponible en: <http://advances.sciencemag.org/content/1/5/e1400253>
- (6) Reid, K., Croxall, J. P., Briggs, D. R., & Murphy, E. J. (2005). Antarctic ecosystem monitoring: quantifying the response of ecosystem indicators to variability in Antarctic krill. *ICES Journal of Marine Science*, 62(1), 366-373.
- (7) Brierley, A. S., Fernandes, P. G., Brandon, M. A., Armstrong, F., Millard, N. W., McPhail, S. D., Stevenson, P., et al. (2002). Antarctic Krill Under Sea Ice: Elevated Abundance in a Narrow Band Just South of Ice Edge. *Science*, 295(1), 1890-1892.
- (8) CCAMLR. (2005). Report of the first meeting of the subgroup on acoustic survey and analysis methods. *SC-CAMLR-XXIV/BG/3*.

- (9) Reiss, C. S., Cossio, A. M., Loeb, V., & Demer, D. A. (2008). Variations in the biomass of Antarctic krill (*Euphausia superba*) around the South Shetland Islands, 1996–2006. *ICES Journal of Marine Science*, 65(1), 497-508.