

# CENTRO DE INVESTIGACIÓN DINÁMICA DE ECOSISTEMAS MARINOS DE ALTAS LATITUDES (IDEAL): Respondiendo a los desafíos del cambio global en los mares del sur



Humberto E. González, Iván Gómez, Jorge Navarro, José Luis Iriarte, Laura Nahuelhual  
Centro IDEAL - [www.centroideal.cl](http://www.centroideal.cl)  
Universidad Austral de Chile

La Patagonia sur de Chile y la península antártica constituyen áreas que enfrentan grandes amenazas debido a su vulnerabilidad bajo un escenario de exacerbado calentamiento global e impacto antropogénico. En ese contexto, se predicen impactos a escala global, a través del derretimiento del hielo continental con inundaciones en sectores costeros, y a escala local, como la disminución de la cobertura en los Campos de Hielo Patagónicos, la mayor reserva de agua en Chile. Otras importantes consecuencias, incluyen fuertes impactos en los regímenes de clima regional y local, cambios desconocidos en las especies clave (incluyendo especies de importancia comercial) y en consecuencia, cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Todas estas alteraciones, conllevan impactos sociales, políticos y económicos a lo largo de ecosistemas antárticos y sub-antárticos.

En respuesta a estos desafíos, surge el **Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL)**, financiado por CONICYT, a través de su programa FONDAP. El Centro IDEAL es una propuesta de investigación multidisciplinaria e integral, que aglutina diferentes aspectos como investigación científica de vanguardia en las dimensiones ecológica y social, excelencia en la formación de recursos humanos, y sólidos compromisos con aspectos ambientales, socio-económicos y políticos relevantes para Chile.

Este centro es liderado por la Universidad Austral de Chile (UACH), siendo sus instituciones asociadas la Universidad de Concepción (UdeC) y el Centro de Estudios del Cuaternario, Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA) en Punta Arenas. Participan además, investigadores del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) en Coyhaique y el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). El apoyo logístico es proveído por el Instituto Antártico Chileno (INACH). A nivel internacional, el Instituto Alfred Wegener para Investigaciones

Polares y Marinas (AWI), en Bremerhaven, Alemania, colaborará estrechamente con el centro, así como investigadores de otras instituciones oceanográficas de reconocido prestigio mundial, tales como el Scripps Institution y el Centro de Oceanografía Física Costera (CCPO), ambas de EEUU, y el Instituto de Investigaciones Polares de Corea (KOPRI), entre otros.

El centro IDEAL desarrollará su acción en dos áreas geográficas estratégicas: la **Patagonia sur de Chile y la península antártica**, donde identifica tres temas estrechamente relacionados entre sí y que sólo pueden abordarse con un enfoque amplio e interdisciplinario:

- **La conectividad entre las regiones antártica y sub-antártica:** para conocer cómo los organismos del plancton y bentos de los ecosistemas marinos de ambas zonas geográficas interactúan entre sí, o si constituyen zonas efectivamente aisladas por la barrera natural de la Corriente Circumpolar Antártica.
- **Los efectos del cambio global sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas marinos:** se estudiará cómo los organismos y sistemas marinos responden a alteraciones en su ambiente producto del cambio global, como son temperatura, salinidad y acidificación del agua, entre otras variables.
- **La dimensión humana de los efectos del cambio global sobre los servicios ecosistémicos:** para conocer cómo los impactos del cambio global en los servicios ecosistémicos que provee Magallanes y la Antártica -tales como la pesca, acuicultura, turismo y recreación, entre otros- alteran la vulnerabilidad y el bienestar humano de las poblaciones locales y nacionales.

Para abordar estos temas, el Centro IDEAL desarrolla cinco programas de investigación:



[Figura 1] La variabilidad y umbrales de los factores ambientales es clave en la distribución geográfica y migración de las especies. Si estos organismos no pueden hacer frente a los cambios ambientales producto del cambio global, podrían verse expuestos a la extinción. a) Erizo (*Sterechinus neumayeri*). Fotografía: Ignacio Garrido. / b) Nototénido (*Nototheniidae*). Fotografía: César Cárdenas.

## 1. Productividad marina en un océano cambiante

El estudio de las comunidades de fitoplancton es crucial para conocer la magnitud y variabilidad espacio-temporal de la biomasa autotrófica y productividad primaria, especialmente en sistemas marinos de alta latitud, que se caracterizan por una alta variabilidad en sus forzantes oceanográficos, como se observa en el mar interior del archipiélago patagónico, Paso Drake y el sistema antártico. La paradoja observada en el sector oceánico de la Antártica, con características de “alta concentración de nutrientes y baja producción primaria”, ha sido explicada a través de diversas hipótesis, entre ellas: a) estabilidad de la columna de agua y b) configuración batimétrica influenciada principalmente por la Corriente Circumpolar Antártica, generando zonas con diferentes características oceanográficas, limitación de luz, alta presión de herbivoría y limitación de hierro.

El Centro IDEAL enfocará sus esfuerzos en detectar cambios temporales en los ensamblajes del fitoplancton a escala interanual. Se hipotetiza que la co-ocurrencia de los ensamblajes de fitoplancton en condiciones de estrés ambiental “desfavorables” (luz, hierro) definirán grupos funcionales de especies con características morfológicas y fisiológicas distintivas en sistemas de altas latitudes.

## 2. Capacidades fisiológicas de las especies marinas: un enfoque desde la ecofisiología y genética comparada

La variabilidad y umbrales de los factores ambientales es clave en la distribución geográfica y migración de las especies, especialmente en escenarios de cambio global, en donde los patrones de biodiversidad y el desempeño fisiológico dependerán de la capacidad de los organismos para responder a las condiciones de su entorno actual y futuro. Si estos organismos no pueden hacer frente a los cambios ambientales, podrían verse expuestos a la extinción.

Esta línea de investigación se basa en una aproximación ecofisiológica-genética para estudiar especies modelos de las regio-

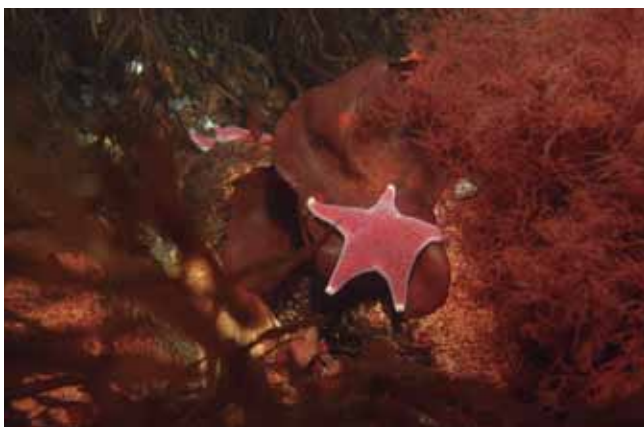
nes antártica y sub-antártica, considerando dos ejes temáticos: a) la conectividad entre la península antártica y la Patagonia austral y b) el efecto del cambio global sobre la respuesta fisiológica y reproductiva amalgamando análisis fisiológicos con aproximaciones moleculares (a nivel genómico y transcriptómico) con el fin de explicar mejor las diferentes respuestas de las especies a estudiar.

## 3. Estructura y función comparativa del plancton

La estructura y composición del plancton -desde bacterias hasta krill- ha estado sujeta a interrelaciones con múltiples estresores ambientales en las áreas de estudio, como incrementos en temperatura (calentamiento), disminución de pH (acidificación)



[Figura 2] El krill antártico (*Euphausia superba*) es un eslabón clave en la cadena trófica del ecosistema antártico, pues constituye el alimento de peces, pingüinos, ballenas, focas y albatros, entre otros. El Centro IDEAL estudiará las fluctuaciones naturales (e. g. estacionales e interanuales) de diversos grupos funcionales del plancton -desde bacterias hasta krill-, así como los cambios debido a posibles estresores ambientales. Fotografía: Rob King.



[Figura 3] Los bosques de algas pardas (*Macrocystis pyrifera*) en Magallanes y los de algas rojas, como esta *Pantoneura plocamiodes*, en la península antártica, son componentes clave de las asociaciones macrobentónicas que albergan un patrimonio de biodiversidad muy importante a nivel global. Debido al impacto del cambio climático, estos ecosistemas bentónicos serán modificados por una serie de factores ambientales. Fotografía: Ignacio Garrido.

y salinidad (descargas de agua dulce desde glaciares), cambios en la estequiometría de macro- y micronutrientes, entre otros factores. Se estudiarán las fluctuaciones naturales (e. g. estacionales, interanuales) de diversos grupos funcionales del plancton, así como los cambios debido a posibles estresores ambientales. En paralelo, se estudiará la composición biológica y características químicas de los organismos del plancton que aporten al flujo de partículas hacia el fondo del océano. Este flujo de material particulado, en parte nutre a organismos del bentos, y en parte es exportado al océano profundo donde se almacena carbono que originalmente estaba en la atmósfera, mitigando el efecto invernadero producido por el exceso de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera (funcionamiento de la bomba biológica de carbono). Finalmente, se estudiarán los flujos tróficos a nivel de plancton, usando grupos funcionales y especies clave en el funcionamiento de sistemas Antárticos y sub-antárticos.

#### 4. Estructura y función comparativa del bentos

Las asociaciones macrobentónicas en la Patagonia sur de Chile y la península antártica occidental, albergan un patrimonio de biodiversidad muy importante a nivel global. La distribución y la ecología de estas comunidades son fuertemente dependientes de la Corriente Circumpolar Antártica, que ha moldeado desde su formación, muchos de los procesos a escala geológica, paleoclimática y de dispersión que ocurren en estas regiones. Debido al impacto del cambio climático, los ecosistemas bentónicos en estas dos zonas serán modificados por una serie de factores ambientales que operan a diferentes escalas espaciales y temporales.

En los sistemas bentónicos antárticos y sub-antárticos, las macroalgas son abundantes, representando más del 50% de la biomasa total. En especial las grandes algas pardas antárticas, proveen una serie de servicios ecosistémicos que son explotados por una amplia gama de organismos. Aunque en general la bio-

masa total de la comunidad disminuye a medida que se intensifican los factores de estrés, por ejemplo, cercanía a glaciares o en profundidad, las macroalgas pueden atenuar el impacto de estos gradientes físicos. Esta línea estudiará la riqueza funcional y biomasa de esta comunidad, las que están estrechamente relacionadas, buscando explicar los componentes importantes que definen su riqueza taxonómica (composición).

#### 5. Sistemas socio-ecológicos costeros y marinos, servicios ecosistémicos y bienestar humano

Uno de los principales retos en la gestión de sistemas socioecológicos marinos y costeros (SSEMC) es asegurar su capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos (SE), definidos como aquellos componentes de los ecosistemas que son usados, consumidos o disfrutados por las personas (ej. alimentos, regulación del clima y oportunidades de recreación) los cuales influyen en los medios de vida y el bienestar de las comunidades costeras. Las estimaciones globales indican que los ecosistemas marinos proporcionan dos tercios de los SE que componen el capital natural del planeta. Al mismo tiempo, se sabe muy poco acerca de ellos. En Chile, los SSEMC de la zona sub-antártica han sido escasamente estudiados en comparación a aquellos del centro y sur del país.

Este programa de investigación busca comprender los cambios pasados y futuros, y las respuestas de los SSEMC de la zona sub-antártica, frente a factores externos a distintas escalas espaciales, tales como el cambio climático y la expansión del turismo y acuicultura. Para ello se caracterizará el capital natural de pesquerías específicas como base de la provisión de SE; se analizarán las formas de vida locales en torno a los recursos marinos; se cuantificarán y mapearán SE seleccionados; y se modelarán cambios pasados y futuros en los flujos de SE y trayectorias de cambio de los SSEMC.



[Figura 4] Los ecosistemas marinos proporcionan dos tercios de los servicios ecosistémicos que componen el capital natural del planeta. El Centro IDEAL caracterizará el capital natural de pesquerías específicas de la Región de Magallanes que proveen servicios ecosistémicos. Fotografía: Amalia Mellado.

Estos cinco programas de investigación están interconectados a través de un esfuerzo de modelación y síntesis, encargado de resumir y analizar un gran volumen de información a diferentes niveles, desde individuos (e. g. crecimiento, mortalidad) hasta





[Figura 5] La descarga de agua dulce desde glaciares en sistemas sub-antárticos (panel izquierdo) y antárticos (panel derecho), afecta la estequiometría de nutrientes, la productividad, la estabilidad de la columna de agua y finalmente la estructura y dinámica del plancton. En estos escenarios, los flujos tróficos y la exportación de material particulado hacia los sedimentos y océano profundo, se verá afectada en diversos escenarios de cambio climático.

comunidades (e. g. depredación, competencia por recursos) y ecosistemas (e. g. flujos de carbono).

Todo el conocimiento que se genere, aportará resultados e información relevante para los temas ambientales, sociales, económicos y políticos de Chile, además de contribuir a posicionar a

la región de Magallanes y a la península antártica como un gran laboratorio natural de importancia mundial.

El Centro IDEAL es patrocinado por la Universidad Austral de Chile y financiado por CONICYT a través su programa FONDAP, proyecto número 15150003. El apoyo logístico para la investigación antártica, es proveído por el Instituto Antártico Chileno.

**\*Artículo preparado por el equipo de Vinculación con el Medio:**  
Carla Firmani, Andrea Navarro y Javier Arata.

