

Vol. 29 N°2. Diciembre 2010 / ISSN 0716-0763

Boletín
ANTÁRTICO
Chileno



BOLETÍN ANTÁRTICO CHILENO
VOL. 29 Nº2.
DICIEMBRE 2010
36 PÁGINAS

Incluye una separata con resúmenes en inglés de las Colaboraciones.

DIRECTOR Y REPRESENTANTE LEGAL:

José Retamales Espinoza

EDITOR:

Reiner Canales Cabezas
(e-mail: rcanales@inach.cl)

COMITÉ ASESOR:

Jorge Berquño Barnes
Marcelo Leppe Cartes
Elías Barticevic Cornejo

PRODUCCIÓN:

Yasna Ordóñez Kovacevic
Jeniffer Muñoz Palma
Jorge Gallardo Turiel

TRADUCCIÓN:

Robert Runyard

IMPRESIÓN Y DISEÑO:

La Prensa Austral IMPRESOS

DIRECCIÓN:

Instituto Antártico Chileno
Plaza Muñoz Gamero 1055
Punta Arenas, Chile
Fono: 56-61-29 81 00
Fax: 56-61-29 81 49
E-mail: inach@inach.cl

Esta revista es analizada y difundida a nivel internacional por:

- *PERIÓDICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias, del Centro de Información Científica y Humanística de la Universidad Autónoma de México.*

- *Bowker International Serials Data Base.*

- *Current Antarctic Literature.*

- *Antarctic Bibliography.*

- *IBZ International Bibliography of Periodical Literature.*

- *Current Geographical Publications.*

Las opiniones emitidas en este número son de responsabilidad de los autores de los artículos y no representan necesariamente la posición del Instituto.

La reproducción total o parcial del contenido de la revista está autorizada mencionando la fuente. Publicación semestral con un tiraje de 2.000 ejemplares, de distribución gratuita.

Portada: Javier Canales

Fotografía: Jeniffer Muñoz

| | |
|---|-----------|
| EDITORIAL | 3 |
| COLABORACIONES | |
| ❖ Los bosques sumergidos de Magallanes y de la Antártica. Emma Newcombe, César Cárdenas y Carlos Olavarría | 4 |
| ❖ Comportamiento del glaciar Fleming después del retroceso de la plataforma de hielo flotante de Wordie. Anja Wendt, Francisca Bown, Andrés Rivera y Claudio Bravo | 7 |
| ❖ Adaptaciones al frío (o la paradoja de perder para ganar). Marcelo González | 9 |
| ❖ Biodiversidad bacteriana antártica: un desafío actual. Gabriel Muñoz, Mariana Domínguez, Cristián Hernández y Gerardo González | 12 |
| ❖ El metamorfismo de bajo grado en las sucesiones volcánicas de las islas Shetland del Sur. Francisco Hervé y Luis Aguirre | 14 |
| ❖ Conocimiento geográfico y etnográfico de los cazadores de lobos marinos en aguas australes de Chile. Marcelo Mayorga | 15 |
| ESPECIAL | |
| ❖ Hidrocarburos en suelos antárticos. Nancy Calisto, Claudio Gómez y María Soledad Astorga | 17 |
| ❖ ¿Es puro el aire de la Antártica? Margarita Préndez, Hugo Peralta y Nicolás Donoso | 19 |
| ❖ Los Contaminantes Orgánicos Persistentes: Una Amenaza Global. Ricardo Barra, Paulina Bahamonde, Roberto Quiroz, Ignacio Rudolph y Gonzalo Mendoza | 21 |
| ACTIVIDAD INTERNACIONAL | |
| ❖ Exposición “Noruega Polar: La aventura blanca” visitó Punta Arenas | 24 |
| ❖ Conferencia Científica de Oslo | 24 |
| ❖ Seminario “Patrimonio Histórico, Medioambiente, Comunicaciones y Educación Antártica” | 24 |
| ❖ XXI Reunión del SCAR y Open Science Conference | 24 |
| ❖ Antártica, un puente de colaboración entre Chile y Ecuador | 25 |
| ❖ XXII Reunión Anual del COMNAP | 25 |
| ❖ Chile y Bolivia estudian el impacto del cambio climático sobre los glaciares | 26 |
| ❖ Programas antárticos de Chile y Corea estrechan lazos para potenciar investigaciones científicas | 27 |
| ❖ Programas antárticos de Chile y China inician nueva etapa de cooperación | 27 |
| ACTIVIDAD NACIONAL | |
| ❖ Presentación del documental “Exploradores de Antártica” | 28 |
| ❖ Subsecretario Schmidt encabezó homenaje al Embajador Óscar Pinochet de la Barra | 28 |
| ❖ INACH y el Consejo de la Cultura de Magallanes firman convenio para fortalecer la identidad antártica regional | 28 |
| ❖ Taller sobre biodiversidad acerca la riqueza de la vida antártica a los párvulos de Magallanes | 28 |
| ❖ Tres nuevos estudiantes podrán hacer su tesis en la Antártica | 29 |
| ❖ Declaran a base Prat como Monumento Histórico Nacional | 29 |
| ❖ 1.300 kilómetros en kayak por la Antártica | 29 |
| ❖ VII Feria Antártica Escolar | 30 |
| ❖ Celebración del Día de la Antártica Chilena | 30 |
| ❖ Muestra sobre Magallanes y Antártica en Centro de Extensión UC | 31 |
| ❖ Chile organiza su más importante expedición científica antártica en 47 años de historia polar | 31 |
| ❖ XXXVII Curso de “Introducción al Conocimiento Antártico” | 32 |
| ❖ Experiencia única viven estudiantes chilenos al trabajar en glaciar en Antártica | 32 |
| LISTA DE PUBLICACIONES (ISI) EN CIENCIA ANTÁRTICA 2010 | 33 |
| COLOFÓN | 35 |

Editorial

Hace unas semanas presentamos el Programa Nacional de Ciencia Antártica 2011. Los resultados están a la vista. Se recibieron un total de 55 propuestas a los 6 programas de fondos concursables abiertos el 2010, de las cuales 23 resultaron aprobadas, con lo cual habrá 52 proyectos en ejecución durante el 2011, el mayor número de proyectos antárticos en 47 años de actividad polar chilena. Sin duda, un broche de oro blanco para la celebración del Bicentenario de la Independencia de Chile.

La XLVII Expedición Científica Antártica (ECA) se inició el pasado 23 de noviembre y se extenderá hasta el 1 de marzo de 2011. Contempla una inversión logística de \$ 650 millones y una transferencia de recursos a los investigadores del orden de \$ 674 millones, aumentando en un 41% el número de proyectos en terreno en comparación al período 2009-2010, alcanzando un récord de 232 personas, entre científicos, personal logístico y estudiantes, trabajando en temáticas del Continente Blanco. Se romperá el récord de trabajos de buceo con 9 proyectos y 16 buzos realizando inmersiones en aguas de apenas 1 °C. Además, habrá 3 proyectos que establecerán campamentos en 6 sitios; serán 18 personas investigando en las más duras condiciones polares durante 54 días, en total. En esta ECA, trabajaremos en 20 áreas distintas de las islas Shetland del Sur, la península Antártica y el mar de Weddell.

El nuestro es un Programa abierto al mundo, ampliando constantemente sus vínculos con otros Programas Antárticos, enriqueciendo la ciencia que hacemos con otros puntos de vista y optimizando el uso de los recursos que los países tienen en la Antártica. En esta temporada participarán investigadores de 13 países, gracias a que el 51% de los proyectos del Programa Nacional de Ciencia Antártica tiene colaboradores extranjeros.

Son cifras que hablan de un crecimiento sostenido y basado en principios precisos: apoyar proyectos de calidad, evaluados internacionalmente por pares y relacionados con claras líneas de investigación.

Este robusto Programa ya está entregando frutos. El proyecto dirigido por la Dra. Anja Wendt, del CECS, y apoyado por el Conicyt y el INACH, ha determinado el efecto del calentamiento global en glaciares de la península Antártica. El glaciar Fleming (69.5 °S - 66 °W) ha perdido su plataforma flotante de hielo y se ha adelgazado entre los 1.100 metros (donde se midió una tasa promedio de cambio de -0,7 metros por año) y el frente del glaciar (donde la tasa de adelgazamiento alcanzó un máximo de 4 metros por año).

También estamos obteniendo valiosa información sobre los mecanismos de adaptación al frío de distintas especies polares, como peces e invertebrados, la que es detallada en el artículo del Dr. Marcelo González, biólogo del INACH y encargado del área de Biorrecursos Antárticos.

Este número del *Boletín* incluye un breve especial sobre contaminación en la Antártica, con tres artículos que abordan este tema siempre preocupante para todos los que queremos un continente... blanco. El impacto de la actividad antropogénica es inevitable y, en la práctica, todavía muy acotado, si lo comparamos con lo que sucede en otras partes del planeta. Por ello, es positivo contar con mediciones y monitoreos que nos alerten sobre fenómenos de alcance mayor y podamos, en consecuencia, tomar las medidas de control y mitigación correspondientes.

Finalmente, quisiera destacar el artículo de Marcelo Mayorga, que aporta nuevos antecedentes sobre la actividad de los loberos en regiones antárticas y subantárticas. A 100 años de la conquista del Polo Sur por Scott y Amundsen, la historia austral y polar sigue teniendo el encanto de la aventura, de la porfiada batalla por el conocimiento de lo no visto, de lo no explorado.

Dr. José Retamales Espinoza
Director Nacional INACH



Figura 1. La Dra. Emma Newcombe se prepara para fotografiar un cuadrante en un bosque de algas de Magallanes.

Los bosques sumergidos de Magallanes y de la Antártica

La Ecología es el estudio de cómo los organismos interactúan entre ellos y con su ambiente, y aborda preguntas tales como: ¿por qué hay más de un tipo de organismo y menos de otro en un ecosistema? o ¿por qué y cómo cambia un ecosistema? Es fascinante descubrir las interacciones entre los organismos y puede ser muy importante entender la ecología de un sistema para conocer qué tan saludable está.

El desarrollo de estudios ecológicos necesita información básica de los sistemas que existen en un lugar determinado. Sorprendentemente, se sabe mucho más de los ecosistemas marinos costeros de la península Antártica que de los magallánicos. Sin embargo, éstos son un sistema de estudio complementario ideal para los de la península Antártica: son más cercanos, accesibles y comparten algunos aspectos por su alta latitud (presencia de aguas frías, un ciclo estacional más marcado que en áreas más templadas, algunos lugares están cerca de glaciares y son afectados por el hielo, y tienen muchas especies relacionadas).

Los bosques de algas marinas son ecosistemas costeros muy interesantes e importantes. Además de ser muy productivos, estos ambientes poseen una alta biodiversidad, son hábitats de muchas especies útiles para los humanos y poseen una belleza escénica única.

En los últimos años, nos abocamos a estudiar los bosques de algas existentes en el Estrecho de Magallanes y en lugares accesibles y cercanos a las bases chilenas en la Antártica. En muchos lugares del Continente Blanco casi no hay algas, por el contrario, las áreas rocosas están dominadas en su mayoría por animales coloniales. Sin embargo, las islas Shetland del Sur tienen bosques donde las algas son abundantes en aguas relativamente someras. Es así como en algunos sitios se pueden encontrar algas pardas como *Desmarestia* spp. o *Himantothallus grandifolius* en gran abundancia.

Gestionamos dos proyectos en paralelo (uno apoyado por el INACH, "Estructura de comunidades bentónicas en arrecifes rocosos antárticos: asociaciones de microhábitats y censo de biodiversidad", y el otro por el Gobierno Regional de Magallanes) con el objetivo de incrementar el número de estudios ecológicos, estableciendo información de base en sitios de fácil acceso en Magallanes y Antártica, que pueda ser utilizada por otros investigadores en el futuro. Recogimos dicha

información a través de fotocuantres (fig. 1). Para ello, buceamos con cámaras compactas fotografiando la cobertura de las rocas y de cada organismo (más grande que 2 cm) en una serie de cuadrantes de 1 m². No era fácil hacer esto, especialmente porque con el movimiento del agua las algas frecuentemente tapan el lente; ésta podría ser una de las razones por las que muchos estudios del pasado se enfocaron sólo en algas o en animales que crecen o viven sobre las rocas en áreas con pocas algas.

Los resultados nos permitieron identificar fuertes variaciones en la estructura de las comunidades observadas en Magallanes; sin embargo, en aquellas comunidades que presentan similares estructuras físicas se observó una similar estructura de las comunidades. En la Antártica, las comunidades también mostraron importantes diferencias entre sitios, probablemente asociadas al impacto del hielo. En general, el sustrato en los sitios cubiertos por macroalgas fue dominado por algas coralinas. En sitios sin macroalgas es común encontrar una cobertura de animales encrustantes mucho más densa.

Junto a los estudios básicos, también se pueden llevar a cabo estudios más elaborados. En los bosques de algas de Magallanes, como en los bosques de algas de todo el mundo, existen varias especies de soles y erizos de mar que viven asociadas a estos ambientes (figs. 2 y 3). Algunos estudios realizados en el pasado indican que en Magallanes los erizos no afectan la estructura de los bosques, lo cual parece sorprendente pues en casi todo

Quién diría que en las frías aguas del Estrecho de Magallanes y de las islas Shetland del Sur, hay bosques. Pero los hay y tan tupidos que no ha sido fácil hasta ahora saber qué especies viven en ellos y cómo se interrelacionan. Dos proyectos, uno apoyado por el INACH: "Estructura de comunidades bentónicas en arrecifes rocosos antárticos", han realizado estudios ecológicos en los bosques de algas de esas dos regiones, identificando variaciones en la estructura de las comunidades, asociadas a los cambios en el entorno físico de éstas. En la Antártica, las comunidades también mostraron importantes diferencias entre sitios, probablemente relacionadas con la erosión que provoca el hielo que baja desde los glaciares hacia el mar o por los témpanos que flotan a la deriva.

EMMA NEWCOMBE¹, CÉSAR CÁRDENAS², CARLOS OLAVARRÍA¹

¹Fundación Centro de Estudios del Cuaternario Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA).

²Victoria University of Wellington, New Zealand.

emmanewcombe@gmail.com



Los investigadores Emma Newcombe y César Cárdenas aprovechan el paisaje espectacular de la Antártica después de una jornada de buceo polar.



Figura 2. Los soles de mar *Labidiaster radiosus* y *Labidiaster annulatus* viven asociados a bosques de algas en Magallanes y Antártica, respectivamente.



Figura 3. Los erizos son importantes organismos en las comunidades asociadas a bosques de algas en muchas partes del mundo, incluyendo Magallanes y Antártica.

el mundo los erizos reducen la cantidad de algas que viven en estos bosques hasta hacerlos desaparecer. ¿Por qué será distinto en Magallanes? Después de observar la cantidad de erizos verdes (*Arbacia dufresnii*) en bosques de algas en Magallanes, nos decidimos a investigar más. Para ello realizamos un estudio ecológico experimental muy sencillo. Durante una primavera removimos todos los erizos de algunas áreas del bosque de huiro (*Macrocystis pyrifera*) para ver si existía un cambio. Después de un año buceando para sacar erizos en reiteradas oportunidades en cada estación, no observamos ningún cambio en la cantidad de algas donde no había erizos verdes. Pero, después de más de un año comenzamos a notar un gran cambio en el bosque donde se habían sacado los erizos, observando que crecían muchas más algas que antes. Entonces, los erizos de mar sí tienen un

fuerte efecto en la estructura de los bosques de algas de Magallanes, como en casi todo el mundo, pero para comprobar esto tuvimos que mantener nuestro experimento por un período muy prolongado para ver el cambio. Como en Antártica, los organismos marinos magallánicos pasan por un ciclo anual muy fuerte y por esto los experimentos desarrollados para probar sus relaciones ecológicas deben ser diseñados muy cuidadosamente para tomar en cuenta la estacionalidad.

En otro estudio ecológico, los sitios en Magallanes y en bahía Fildes sirvieron como ejemplos comparativos de un estudio neozelandés sobre el efecto en presas de peces que viven asociados a algas. Muchos bosques de algas están poblados por peces de pequeño tamaño que nadan por las frondas de las algas buscando crustáceos microscópicos que viven allí (a estos peces se les denomina

“pickerfish”). Los crustáceos, y a su vez los peces, tienen un rol importante en la trama trófica del bosque de algas. En Magallanes, hay muy pocos peces de este tipo, y en Antártica están ausentes. Es por esto que los datos de estos sitios son valiosos, ya que sirven para entender cómo se comportan las poblaciones de crustáceos cuando no están siendo depredadas por estos “pickerfish”. Así, estos sitios en Magallanes y Antártica nos permiten estudiar situaciones muy difíciles de reproducir experimentalmente en el mar por las condiciones físicas, y al ser sitios extremos en un aspecto u otro, nos ayudan a entender el funcionamiento de todos los ecosistemas del mundo. Los bosques de algas de Magallanes y las islas Shetland del Sur tienen mucho para ofrecer en la ecología, y esperamos que siga aumentando la cantidad de estudios ecológicos en el futuro. 🐟

Figura 1. Glaciar Fleming.



Comportamiento del glaciar Fleming después del retroceso de la plataforma de hielo flotante de Wordie

J. WENDT

La península Antártica es una de las regiones más fuertemente afectadas por el cambio climático, al experimentar un aumento en las temperaturas atmosféricas hasta 6 veces superiores al promedio mundial observado en las últimas décadas. Esto ha generado alteraciones que no se habían registrado en los últimos 10 mil años, tanto en los glaciares de la región como en sus ecosistemas. Entre los mayores impactos del calentamiento atmosférico y oceánico, está el colapso de las plataformas de hielo flotante y el consecuente retroceso y aceleración de los glaciares que fluyen hacia dichas plataformas.

Entre los años 2007 y 2010, el proyecto “Estabilidad y comportamiento reciente de glaciares en la península Antártica: las interacciones con las plataformas de hielo” del Centro de Estudios Científicos (CECS) y la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), analizó en detalle la plataforma de Wordie y su glaciar principal, el glaciar Fleming (fig. 1). Esta plataforma, en la bahía Wordie, tiene una larga historia de retrocesos documentados por expediciones, fotos aéreas e imágenes satelitales en los últimos 50 años (fig. 2). En 1966, su superficie era de unos 1.900 km², lo que es comparable a la superficie de toda la Región de los Ríos. El año 2000, esta pla-

taforma había prácticamente desaparecido. En la actualidad, el glaciar Fleming no tiene plataforma flotante (casi todo el glaciar está posado sobre el lecho rocoso). Esta pérdida de la plataforma de Wordie, ha tenido un fuerte impacto en la dinámica del glaciar Fleming, incrementando significativamente el flujo de hielo hacia el mar abierto. Esto se comprobó con datos GPS (sistema de posicionamiento global), recolectados durante las tres expediciones realizadas por el CECS en la zona entre los años 2007 y 2009 (fig. 3). En dichas expediciones se instaló una red de balizas (los cuadrados negros en la fig. 2) y se instaló una estación de GPS continuo (CGPS, fig. 4, triángulo negro en fig. 2) en la superficie del glaciar, la que colectó datos durante 10 meses antes de su retiro definitivo. Los datos procesados revelaron que el glaciar aumentó su velocidad hasta un 50% en comparación a las mediciones realizadas por otros grupos de investigación durante la década de 1970. Este resultado está validado por nuestras estimaciones de cambios de velocidad, realizadas a partir del estudio de imágenes satelitales, las que muestran una tendencia similar de aceleramiento.

El aumento de la velocidad del glaciar Fleming, ha traído consigo una mayor descarga

El calentamiento de la región de la península Antártica por sobre el promedio global, es un hecho. Así lo demuestran los resultados del proyecto “Estabilidad y comportamiento reciente de glaciares en la península Antártica: las interacciones con las plataformas de hielo”. El glaciar Fleming ha retrocedido en los últimos 50 años al punto de perder su plataforma flotante de hielo y aumentar su velocidad hasta un 50% en comparación a las mediciones realizadas en los setenta. En cuanto a la elevación del glaciar, se observa un adelgazamiento en la zona comprendida entre los 1.100 metros de altura sobre el nivel del mar (donde se midió una tasa promedio de cambio de -0,7 metros por año) hasta el frente del glaciar (donde la tasa de adelgazamiento alcanzó un máximo de 4 metros por año). Los cambios climáticos están afectando seriamente a los glaciares antárticos y es probable que las consecuencias de dichas variaciones generen un mayor aumento del nivel del mar.

ANJA WENDT, FRANCISCA BOWN,
ANDRÉS RIVERA Y CLAUDIO BRAVO

Centro de Estudios Científicos (CECS)
awendt@cecs.cl

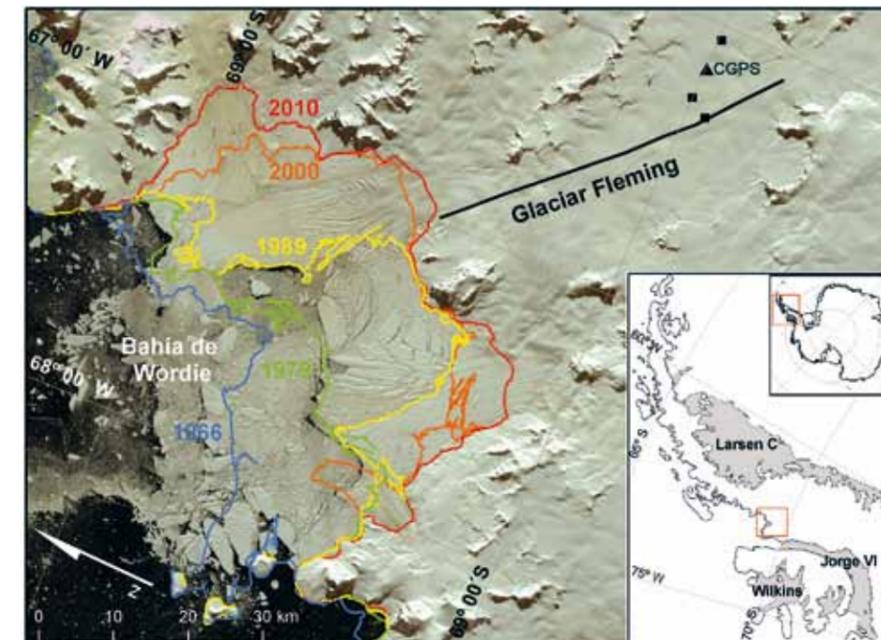


Figura 2. Mapa de la bahía Wordie y el glaciar Fleming en el sur de la península Antártica. La imagen de fondo es un mosaico de imágenes Landsat y muestra la plataforma en el año 1989. Las líneas de color marcan el límite de la plataforma de hielo flotante de Wordie entre los años 1966 y 2010. La línea negra indica el perfil de cambio de elevación mostrado en la figura 5; la red de balizas instaladas en el glaciar se representa con símbolos negros. El mapa en la parte inferior derecha muestra la ubicación de la bahía Wordie.

de hielo hacia el mar (mayor producción de témpanos). Si lo anterior no está contrarrestado por un aumento en la acumulación en la cuenca de alimentación (precipitación de nieve), ello resulta en la disminución del volumen de hielo y, por consiguiente, en un adelgazamiento del glaciar.

Este efecto también fue constatado por nuestro proyecto, al compararse modelos de elevación del glaciar de distintos años. La figura 5 muestra la diferencia entre datos de elevación de la superficie glaciar obtenidos por un altímetro láser durante una campaña conjunta del CECS con la Armada de Chile y la NASA de EE. UU. en 2004 y datos obtenidos por un sistema de mapeo aéreo con un escáner láser altimétrico diseñado por el CECS e instalado en un avión de la FACH en el año 2008. La comparación revela un claro adelgazamiento del glaciar en la zona comprendida entre los 1.100 metros de altura sobre el nivel del mar, donde se midió una tasa promedio de cambio de -0,7 metros por año, hasta el frente del glaciar, donde la tasa de adelgazamiento alcanzó un máximo de 4 metros por año. Estas observaciones revelan que el glaciar Fleming aún está en desequilibrio y que aún no se recuperó de la pérdida de la plataforma flotante de Wordie.

Este proyecto, financiado por el Programa de Investigación Asociativa (PIA, Anillos de Ciencia Antártica) y con apoyo logístico del INACH, está llegando a su fin y sus resultados han sido publicados en revistas internacionales prestigiosas, posicionando a Chile como uno de los países líderes en el estudio de la península Antártica. Los resultados obtenidos nos permiten concluir que los cambios del clima observados, siguen afectando a los glaciares y que es probable que las consecuencias de dichos cambios, generen un mayor aumento del nivel del mar. La inestabilidad de los glaciares, como consecuencia de la desaparición de plataformas de hielo flotante, puede seguir expandiéndose a otras regiones antárticas susceptibles a este tipo de colapsos, como la de los glaciares asociados a las plataformas de hielo flotante de Larsen C, Wilkins y Jorge VI, entre otras. Chile debe seguir estudiando esta región para contribuir al conocimiento, predicción y monitoreo de estos fenómenos de interés mundial.

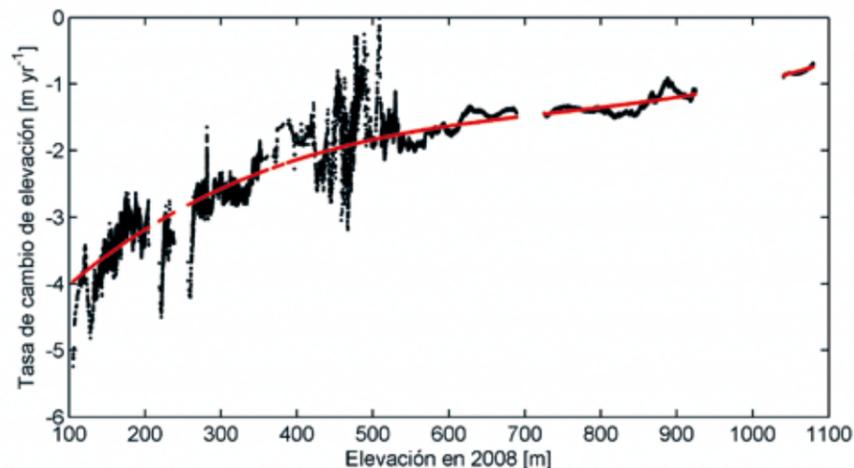
Figura 5. Cambio de elevación en el glaciar Fleming entre los años 2004 y 2008. El eje horizontal representa la elevación de las mediciones y el eje vertical la respectiva tasa anual de los cambios de elevación en esta altitud. Modificado de Wendt et al. 2010, *Annals of Glaciology* 51 (55).



Figura 3. Grupo expedicionario del CECS que fue al glaciar Fleming el 29 de octubre de 2009 con 2 aviones FACH contratados por el INACH. De izq. a der.: José Luis Rodríguez, Gino Casassa, Pablo Zenteno y Claudio Bravo.



Figura 4. Foto de la estación de GPS continuo que se instaló en el glaciar Fleming en diciembre de 2008 y que operó hasta su retiro en octubre de 2009.



Como una adaptación a las bajas temperaturas, el pez hielo de la Antártica (*Chaenocephalus aceratus*) tiene pocos glóbulos rojos. Así, la sangre es más fluida y los animales necesitan menos energía para bombearla a través de su cuerpo.

Adaptaciones al frío (o la paradoja de perder para ganar)

Los seres humanos somos organismos **endotermos**, es decir, somos capaces de generar y mantener temperaturas corporales elevadas, al igual que otros seres emparentados con nosotros. Normalmente nuestra temperatura corporal está en el rango de los 36-37 °C y tiene un estrecho vínculo con nuestro metabolismo. Sin embargo, existen otros organismos que no pueden variar su temperatura interna respecto del medio en el cual viven. Este es el caso de la mayoría de los peces e invertebrados antárticos denominados, desde el punto de vista de la fisiología termal, como **estenotermos**. Muchos de estos organismos son conocidos por producir péptidos anticongelantes (AFP, *antifreezing protein*), que evitan la formación de cristales y el consecuente daño en células o tejidos relacionados con las funciones fisiológicas de estos organismos. Esta es una de las estrategias comúnmente adaptada por plantas antárticas y también por bacterias. La AFP se produce constantemente cuando bajan las temperaturas al punto de congelamiento.

En la Antártica durante millones de años se ha mantenido un ambiente estable caracterizado por bajas temperaturas y los organismos polares se han adaptado a vivir en estas condiciones extremas. Pero, ¿cómo responderán a una elevación de la temperatura?, ¿podrán adaptarse a un nuevo escenario de cambio climático? Existen

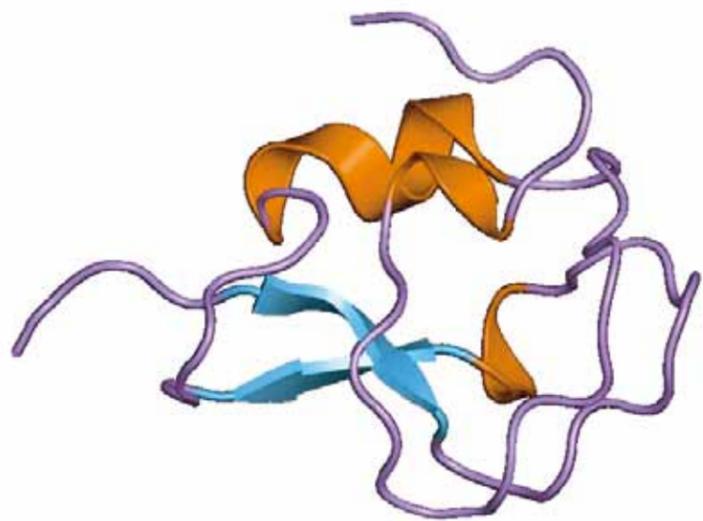
evidencias claras de este aumento, aunque leve, de temperatura en los últimos 50 años y es posible que estos pequeños aumentos puedan afectarlos.

Se han realizado variados estudios para determinar las adaptaciones fisiológicas que les permiten soportar temperaturas de -1 ó 0 °C. Estas adaptaciones pueden ser a diferentes niveles de organización biológica, desde moléculas simples a todo el organismo. La célula normalmente posee un esqueleto conformado por filamentos llamados *intermedios*, de actina y tubulina. Estos filamentos en condiciones normales de temperatura son capaces de crecer (polimerizarse) para responder a procesos claves para la célula como el movimiento o la división celular. Los peces antárticos tienen microtúbulos de moléculas de tubulina que a diferencia de los de peces de aguas templadas, son capaces de polimerizar a muy bajas concentraciones y con una dinámica de polimerización lenta. Esto sería producto de modificaciones puntuales (mutaciones), que permiten su crecimiento a temperaturas de -1.8 °C.

Para estos organismos la adaptación a las bajas temperaturas significa que deben perder su capacidad de adaptación a temperaturas más elevadas. Un ejemplo son las proteínas de estrés térmico (HSP) que varios organismos marinos antárticos sólo expresan de manera constitutiva (es decir,

Durante millones de años, la Antártica ha sido un ambiente estable, con bajas temperaturas, al que los seres vivos se han adaptado, en muchos casos al punto del sacrificio de capacidades y características que los matarían inmediatamente en lugares más cálidos. Sin embargo, las alarmas se han encendido en la región de la península Antártica; el aire y las aguas han aumentado su temperatura en esta zona, con efectos en los ecosistemas que aún están por determinarse. El Dr. Marcelo González describe aquí varios casos sorprendentes de adaptación al frío en plantas, bacterias, peces (¡transparentes!) e invertebrados, y cómo podrían perder eficacia sus sistemas de defensa ante un escenario de calentamiento global.

MARCELO GONZÁLEZ
Instituto Antártico Chileno (INACH)
mgonzalez@inach.cl



Proteína anticongelante del pez ártico *Macrozoarces americanus* (Protein data bank 1b7j).

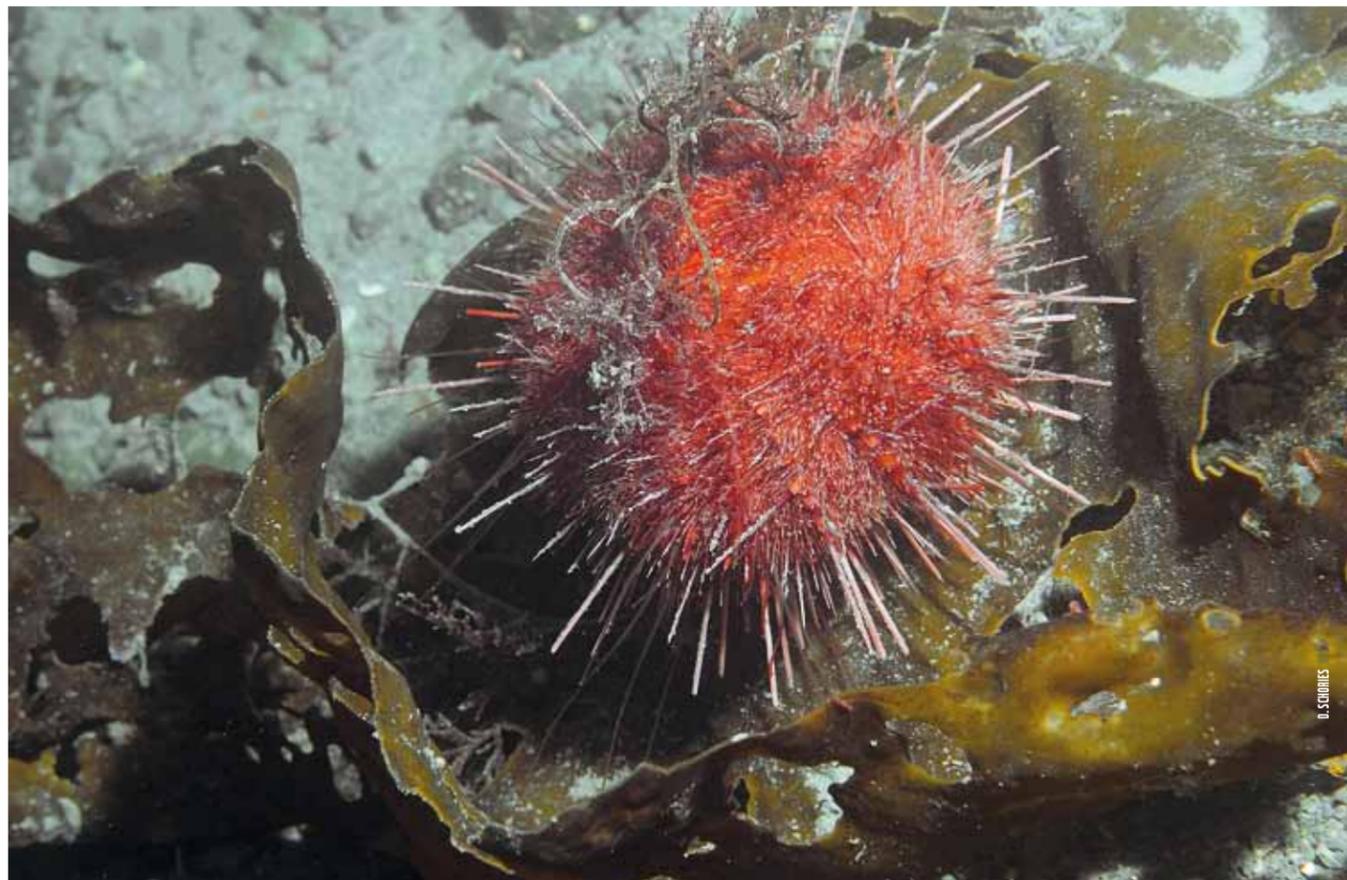
sin mecanismos de activación de sobreexpresión cuando los necesitan, por ejemplo, ante un estrés térmico). Estas proteínas, al producirse un aumento de la temperatura, protegen a otras proteínas para que no

pierdan su función biológica. Los organismos marinos de aguas templadas, por el contrario, pueden inducir la producción de estas proteínas para proteger y preservar el buen funcionamiento del sistema. Otro

ejemplo más radical es la pérdida de pigmentos respiratorios: para un vertebrado e incluso para otros animales inferiores el perder la capacidad de producir un pigmento respiratorio como la hemoglobina (Hb) puede resultar fatal en el proceso de intercambio gaseoso. Sin embargo, ese es justamente el caso de los peces antárticos que presentan un bajo número de glóbulos rojos y una reducida concentración de Hb, ya que han perdido, durante la evolución, la capacidad para expresar proteínas como la mioglobina y la Hb. Estos peces presentan una sangre incolora y corazones de mayor tamaño que, por carecer de pigmentos respiratorios, no tienen la clásica coloración rojiza.

Esta situación, que puede resultar paradójica, se explica por su baja tasa metabólica en el frío (crecen más lento) y la alta solubilidad del oxígeno a bajas temperaturas (hay más oxígeno en el agua de la Antártica). Esta situación se aprecia también a nivel de la información genética, ya que estos organismos han perdido información genética relacionada con la adaptación al frío.

Por otra parte, en el caso de invertebrados con poca movilidad se ha logrado determinar que pueden producir una buena cantidad de proteínas, similar a la que producen otros



Erizo antártico (*Sterechinus neumayeri*).



Dr. Marcelo González trabajando en el Laboratorio de Biorrecursos Antárticos, en la base Escudero, del INACH, en isla Rey Jorge.

invertebrados de aguas cálidas. Por ejemplo, la alta tasa de síntesis de proteínas que presentan los erizos antárticos es compensada por la baja tasa de respiración en ambientes fríos o un bajo metabolismo.

Un leve aumento de la temperatura del agua de mar en la Antártica podría perturbar la capacidad de adaptación de algunos organismos marinos. Nuestro proyecto "Inducción de la respuesta inmune del erizo antártico *Sterechinus neumayeri* mediante

lipopolisacáridos y estrés térmico", financiado por Fondecyt y con apoyo logístico del INACH, está caracterizando esta respuesta inmune para utilizarla como indicador de respuesta frente al cambio climático. Si los erizos pierden, por efecto del calor, la capacidad de expresión de genes inmunes claves, podrían ser afectados con mayor facilidad por ciertos patógenos presentes en aguas marinas como bacterias, hongos o virus.

Los resultados preliminares obtenidos por nuestro proyecto indican que el estrés térmico provoca a corto plazo un cambio en células claves de la respuesta inmune, afectando la eficacia de su respuesta frente a patógenos. Actualmente, por medio de herramientas moleculares estamos tratando de determinar si este tipo de erizo es capaz de producir proteínas de estrés térmico para utilizarlas como marcadores en un contexto de calentamiento global. ❖

Biodiversidad bacteriana antártica: un desafío actual

En el marco del proyecto “Microbiota bacteriana de península Fildes: comportamiento frente a agentes antibacterianos y producción de compuestos con actividad antibacteriana”, se estudiaron preliminarmente las relaciones filogenéticas de bacterias cultivables aisladas desde distintos tipos de hábitats de esta península. Estas aproximaciones filogenéticas evidenciaron que la mayoría de los haplotipos son específicos de cada hábitat; sin embargo, presentan una historia evolutiva independiente del hábitat actual. Además, se detectó la presencia de una misma bacteria en distintos ambientes y en hábitats similares distantes. La información recopilada en el mencionado proyecto, sirvió de plataforma para iniciar una nueva línea de investigación plasmada en el proyecto “Biodiversidad y capacidades metabólicas de la comunidad bacteriana en diferentes hábitats de península Fildes (isla Rey Jorge) y cabo Shirreff (isla Livingston)”, financiado también por el INACH.

GABRIEL MUÑOZ, MARIANA DOMÍNGUEZ,
CRISTIÁN HERNÁNDEZ Y GERARDO GONZÁLEZ
Universidad de Concepción
gabmunoz@udec.cl

Las bacterias aparecieron en nuestro planeta hace 3,8 billones de años. Son microscópicas, morfológicamente simples y habitan en un amplio rango de ambientes, incluyendo aquellos calificados como extremos. Además, presentan una gran riqueza de especies y se les considera uno de los grupos de organismos más abundantes y diversos que existen en la actualidad. Sin embargo, el entendimiento científico de cómo la diversidad de estos diminutos seres varía de un lugar a otro en nuestro planeta, aún no está muy claro. Lo anterior puede en parte explicarse debido a que los biólogos se han focalizado por siglos en estudiar con mayor énfasis la distribución geográfica de plantas y animales, permaneciendo las bacterias de vida libre, ampliamente ignoradas en esta materia. Probablemente, el surgimiento de este accionar selectivo no fue motivado por un análisis experimental, sino, más bien, estuvo sustentado por una presunción intuitiva de que entidades biológicas con pequeños tamaños y altas densidades poblacionales, no tendrían restricciones para transportarse aleatoriamente sobre grandes distancias geográficas, lo que, en definitiva, conduciría a la ausencia de una diferenciación o particionamiento de su

biodiversidad.

El primer intento por describir la variación espacial microbiana lo realizó el científico holandés Martinus W. Beijerinck en 1913, quien afirmó: “Todo está en todas partes, pero el ambiente selecciona”, que en un comienzo gozó de una amplia permanencia como un paradigma fundamental de la ecología microbiana y que posteriormente fue articulado por su compatriota Lourens Gerhard Marinus Baas Becking. Este precepto supone ubicuidad sustentada en enormes capacidades de dispersión por parte de los microorganismos. Tal proposición ha sido reforzada por estudios en microorganismos eucariontes. Sin embargo, algunos estudios indican que ciertas taxa microbianas pueden presentar aislamiento geográfico (aislamiento por distancia) y evidentes patrones de distribución. A pesar de estas evidencias, la información actualmente disponible para diferentes tipos de ambientes es todavía insuficiente para obtener una perspectiva holística del problema. Por lo tanto, el incremento de investigaciones en este ámbito es de imperante necesidad para dilucidar qué aspectos de la biogeografía son compartidos entre macroorganismos y bacterias, y cuáles son exclusivos de estas



Figura 1. Sitios de muestreo en la península Fildes.

últimas. Los estudios centrados en el ADN son un gran aporte en esta desafiante labor. En particular, las herramientas basadas en el análisis del gen que codifica el ARN ribosomal 16S (ADNr 16S) proporcionan una útil información en relación al espectro de variabilidad o diversificación entre bacterias.

Por otra parte, debido a su aislamiento geográfico y pronunciado gradiente latitudinal, la Antártica brinda excelentes oportunidades para investigar la diversidad y evolución bacteriana. En este laboratorio natural, los microorganismos se encuentran sometidos a condiciones estresantes (bajas temperaturas, aridez, escasa disponibilidad de nutrientes, alta salinidad y radiación UV). Estos factores contribuyen a la selección de bacterias con características bioquímicas únicas, sugiriendo un plausible endemismo de esta microbiota, es decir, que sólo se encuentran en la Antártica. Además, recientes trabajos informan que a pesar de este escenario hostil, las comunidades bacterianas presentan una alta riqueza de especies y se distribuyen ampliamente en hábitats antárticos; no obstante, escasos artículos científicos tienen relación con el análisis de diversidad, distribución y filogenia de bacterias.

Los antecedentes anteriormente expuestos, junto con los datos obtenidos en el proyecto “Microbiota bacteriana de península Fildes, isla Rey Jorge, Territorio Chileno Antártico: comportamiento frente a agentes antibacterianos y producción de compuestos con actividad antibacteriana”, financiado por el INACH, sirvieron de base para evaluar primariamente, dentro de una escala geográfica pequeña (aprox. 8 km), la biodiversidad de bacterias aisladas en diferentes hábitats de esta península. El objetivo de esta investigación fue describir las relaciones genéticas y la ubicación espacial de bacterias, tomando en cuenta la distribución

geográfica del ADNr 16S y el tipo de hábitat. Inicialmente, se obtuvo el ADN genómico a partir de colonias puras de 83 cepas bacterianas aisladas desde 9 sitios georreferenciados (fig. 1). En segundo lugar, el ADNr 16S de cada cepa fue amplificado mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Los productos de PCR fueron secuenciados y las secuencias de ADN se utilizaron para determinar la estructura filogenética en relación al hábitat y la distancia geográfica. Esta estructura fue obtenida a partir de una red de haplotipos y un árbol filogenético que determinó las relaciones evolutivas entre 25 cepas representativas, seleccionadas a partir de diferentes taxa.

Los resultados preliminares indican que la mayoría de los haplotipos son específicos de cada hábitat. Sin embargo, la estructura genética existente entre ellos no es dependiente del tipo de hábitat. Por su parte, el árbol filogenético no sustenta un origen único para las cepas bacterianas antárticas, dado que éstas se encuentran distribuidas en diferentes clados del árbol, lo que evidencia que las cepas bacterianas de la Antártica estudiadas presentan múltiples orígenes evolutivos y una historia evolutiva independiente del hábitat actual. Esto llama la atención, porque si se considera a la Antártica como un ecosistema remoto con características ambientales particulares, se esperaría que las bacterias antárticas estuvieran estrechamente relacionadas entre sí y distantemente emparentadas con bacterias encontradas en otras partes del planeta, agrupándose en un solo clado que correspondería a esta región geográfica muestreada. Lo anterior, revelaría que las cepas antárticas compartirían una historia evolutiva común, diferente a las bacterias encontradas fuera de la Antártica. Además, dentro del clado compuesto por bacterias del género *Flavobacterium* se observa

que dos pares de cepas son idénticas entre sí. El mismo fenómeno se observó con otro par de cepas pertenecientes al clado del género *Curtobacterium* colectadas igualmente desde sistemas lacustres distantes. Lo anterior sugiere la existencia de un flujo de microorganismos entre hábitats con características similares, independientemente de su ubicación geográfica.

Cabe destacar que el presente trabajo sirvió para iniciar una nueva línea de investigación plasmada en el proyecto “Biodiversidad y capacidades metabólicas de la comunidad bacteriana en diferentes hábitats de península Fildes (isla Rey Jorge) y cabo Shirreff (isla Livingston)”, financiado también por el INACH. Ahora, en el contexto de esta línea de investigación, nuestro próximo objetivo es evaluar estadísticamente el efecto de los factores ambientales y la distancia geográfica sobre la composición de comunidades bacterianas en la península Fildes.



Martinus Beijerinck

Glosario

Biogeografía. Estudio de la distribución de la biodiversidad sobre el espacio y tiempo. Su objetivo es revelar dónde viven los organismos, en qué abundancia y por qué.

Aislamiento geográfico o por distancia. Disminución de la probabilidad del flujo migratorio de microorganismos cuando aumenta la distancia geográfica entre individuos o poblaciones.

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Metodología molecular que permite

amplificar genes, es decir, aumentar millones de veces su cantidad. Después de múltiples ciclos de PCR, el gen amplificado (producto de PCR) es sometido a una reacción de secuenciación para poder obtener su secuencia.

Haplotipo. Secuencia variante en un genoma bacteriano (haploide). Por ejemplo, diferencias en el gen ADNr 16S delimitan haplotipos distintos.

Árbol filogenético. Representación

gráfica de las relaciones de parentesco (ancestro–descendiente) inferidas entre las secuencias. En un árbol se distinguen puntos de ramificación o nodos que indican la separación de dos linajes evolutivos. En el extremo final de cada rama se sitúa cada una de las taxa incluidas en el análisis. **Clado o grupo monofilético.** Grupo conformado por todos los organismos descendientes y por su antecesor común (único ancestro).

El metamorfismo de bajo grado en las sucesiones volcánicas de las islas Shetland del Sur

En los últimos 100 millones de años, en el área que hoy día constituye la península Antártica y las islas Shetland del Sur, hubo una intensa actividad volcánica. Capa tras capa, se acumularon grandes espesores de lavas y de rocas piroclásticas, que son aquellas que se forman por acumulación de ceniza volcánica y fragmentos de lava que se producen durante las erupciones.

Después de su depósito, estas rocas se enterraron progresivamente bajo emisiones más jóvenes, con lo que de a poco se ven sometidas a condiciones de presión y temperatura mayores a aquellas que imperan en la superficie de la Tierra, donde se formaron inicialmente. En esos ambientes bajo la superficie, es común que circule agua subterránea, la que local o regionalmente se calienta, dando origen a lo que se conoce como fluidos hidrotermales. Estos fluidos recorren las rocas que están enterradas, aprovechando sus fracturas y cavidades y depositan en ellas una gran diversidad de minerales llamados secundarios.

El proyecto "El metamorfismo de bajo grado en las sucesiones volcánicas de las islas Shetland del Sur", financiado por el INACH, pretende identificar esos minerales secundarios en las diversas localidades estudiadas. Se ha iniciado el estudio en las rocas de punta Hannah, isla Livingston, colectadas por el geólogo Hernán Michea. Se observa en las fotografías cómo los minerales secundarios rellenan amígdalas o forman venillas en lo que fueron las fracturas de las rocas volcánicas. La identificación precisa de estos minerales, permitirá establecer las condiciones de Presión y Temperatura en que se formaron, así como las características de los fluidos que participaron en su formación, proceso que se conoce como *metamorfismo de enterramiento de bajo grado*.

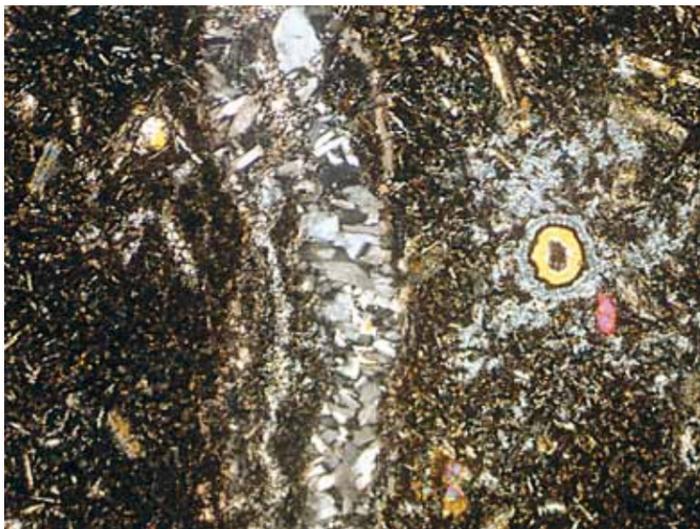


Figura 1. Muestra 4.1 A. Ceolitas en venillas y otros minerales secundarios en amígdala.



Figura 2. Muestra 4.1 B. Detalle de la amígdala de la imagen anterior.



Figura 3. Muestra 6c. Relleno de una cavidad por un carbonato (centro), prismas de ceolita (derecha) y corona de filossilicato (izquierda).

FRANCISCO HERVÉ Y LUIS AGUIRRE
Universidad de Chile
fherve@cec.uchile.cl

Conocimiento geográfico y etnográfico de los cazadores de lobos marinos en aguas australes de Chile

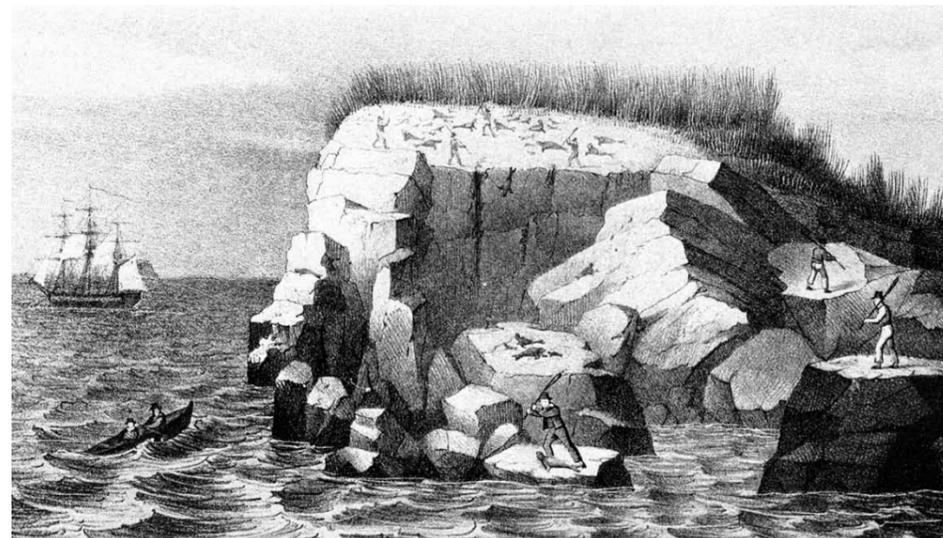


Figura 1. Roquerío o lugar de concentración de pinnípedos, donde se aprecia a un grupo de loberos en las islas Malvinas (Falkland Islands). Imagen del libro "Voyages and Discoveries in The South Seas, 1792-1832", de Edmund Fanning.

El extremo meridional del continente americano ha sido recorrido desde hace casi quinientos años por una pléyade de exploradores y navegantes. Múltiples fueron sus motivaciones: la búsqueda del ansiado paso que uniera el Mar del Norte con el Mar del Sur para llegar a las islas de las especias; la persecución de piratas y corsarios; la fundación de ciudades; aumento del conocimiento científico; entre otras. Nombres como Magallanes, Drake, los hermanos Nodal, Byron, Cook, Fitz Roy, entre otros, son íconos de la historia universal, de tal modo que sus contribuciones ocupan largas páginas en la historiografía.

Sin embargo, hubo un grupo muy extenso de marineros que no goza de la misma fama de los personajes recién aludidos y cuyas contribuciones y aportes no merecen menos crédito. Nos referimos a los *loberos* o llamados impropriamente de manera general *foqueros*. Incluso el todavía controversial descubrimiento del continente antártico podría deberse a alguna tripulación lobera.

La caza de lobos de piel fina o lobos de dos pelos se llevó a cabo desde fines del siglo XVIII (siendo de este modo, la primera actividad económica de aquellos tiempos en esta zona) y perduró hasta fines del siglo XIX, momento en el cual su población quedó al borde de la extinción (fig. 1). En un primer y breve período la cacería de lobos finos se desarrolló en

el archipiélago de Juan Fernández (donde virtualmente se acabó con las poblaciones de estos lobos marinos), produciéndose luego un avance hacia las islas Malvinas y de Los Estados, cabo de Hornos, islas antárticas y subantárticas y, entonces, a los canales de la región patagónica-fueguina (fig. 2).

Es preciso señalar que el tema de la presencia de cazadores de mamíferos marinos en aguas australes, ha sido tratado anteriormente en el contexto de las exploraciones a las islas Shetland del Sur, entregando antecedentes e informaciones respecto de las rutas de navegación y comercialización, puertos de salida, ciclos de cacería, cantidad de pieles obtenidas, etc. (ver artículos de J. Berquño sobre el ciclo lobero). En esta oportunidad, queremos destacar que dichas expediciones iban acumulando también una gran cantidad de conocimientos a lo largo de sus incursiones cinegéticas, en ámbitos como el geográfico y el etnográfico, configurándose en conocedores de las particularidades de estas inhóspitas tierras y sus habitantes. Lo anterior posibilitaría que al momento de arribar a esta zona distintos científicos, misioneros o comerciantes, los loberos les ofrecieran su ayuda y orientación para surcar los canales, salir de modo seguro al océano o fondear en una buena bahía, aportando así, de manera indirecta, al mejor conocimiento de estas latitudes.

Desde fines del siglo XVIII y hasta fines del siglo XIX, comienza en el área meridional de Sudamérica y en particular en la Región de Magallanes y Antártica Chilena (área geográfica que a partir de 1843 formaría parte de la República de Chile), la que sería la primera actividad económica en esta zona: la caza de lobos marinos. Estas expediciones, no sólo se dedicaron a la caza de los lobos finos y posterior comercialización de las pieles: en el transcurso de sus incursiones, los loberos irían acumulando una ingente cantidad de conocimientos, en ámbitos como el geográfico, etnográfico y cultural, configurándose de este modo, en verdaderos conocedores de las particularidades de estas inhóspitas tierras, así como también, de las costumbres y modos de vida de los aborígenes australes.

MARCELO MAYORGA
Universidad de Magallanes
marcelo.mayorga@umag.cl



Phillip Parker King

El otro conocimiento *lobero*

A través de los relatos proporcionados por Titus Coan, quien visitó las tierras patagónicas durante 1833-1834, y la vasta información recogida por el comando de la expedición hidrográfica británica llevada a cabo entre 1826-1836, donde destacan Phillip Parker King y Robert Fitz Roy, es posible rescatar una serie de aspectos que permiten dar cuenta de las actividades desarrolladas por los cazadores de lobos marinos en estas australes latitudes.

En términos geográficos, los loberos permitieron el conocimiento de canales claves para la navegación, tales como el Smyth, Cockburn y Magdalena, que facilitaban la circulación desde las aguas interiores del Estrecho de Magallanes hacia el mar abierto. Esto es lo que se sabe con precisión, pero hay que considerar que muchas otras expediciones loberas pasaron por estas zonas, por lo que es muy probable que la toponimia y lugares geográficos hoy conocidos hayan sido bautizados o descubiertos mucho antes por estos cazadores. Las repentinas y constantes rachas huracanadas que se presentan en los canales patagónicos y fueguinos, eran denominadas por las tripulaciones loberas "williwaws" y así se lo hicieron saber a los miembros de la célebre expedición británica comandada por Parker King.



Robert Fitz Roy

Destaca la figura del lobero británico William Low, quien entregó información fundamental respecto de las más adecuadas rutas de navegación al interior de los canales patagónicos y fueguinos, a los miembros de la antes citada expedición británica, a quienes incluso les proporcionó una embarcación. Fitz Roy señaló que "Mr. Low" hacía más de 20 años que recorría estas australes aguas y les demostró que el canal Magdalena era en efecto un paso de intercomunicación entre el Estrecho de Magallanes y las aguas



Figura 2. Campamento lobero instalado en las islas Malvinas (Falkland Islands). Del libro "Voyages and Discoveries in The South Seas, 1792-1832", de E. Fanning.

abiertas del océano Pacífico y no un fiordo, como hasta el momento creían. Igualmente, es posible destacar que lugares tan alejados como isla Noir e islas Graffton, entre otros, eran ya recorridos habitualmente por estos cazadores de pinnípedos. Incluso el canal que separa el mar de Otway del Skyring, cuyo descubrimiento se le adjudica al capitán Fitz Roy y de cuyo apellido deriva su toponimia, era recorrido desde mucho antes por W. Low. En términos etnográficos, existió un traspaso de conocimientos desde los indígenas hacia los loberos. Es el caso de los fueguinos Bob, Dan y Niqueaccas, quienes sirvieron como valiosos prácticos en la búsqueda de sitios de concentración de pinnípedos y también de puertos seguros. Algunos loberos crearon grandes lazos de amistad con los Aónikenk. El ya citado Mr. Low dejó una carta a María, importante líder Aónikenk, para que la mostrara a todas las tripulaciones loberas que llegaran a sus tierras, donde se les requería un buen trato para con los nativos, agregando que los patagones eran amables y les advertía que no había que engañarlos, "pues tenían buena memoria y se resentían seriamente".

Los misioneros T. Coan y William Arms, llegaron a efectuar su labor misional entre los Aónikenk, a bordo de una embarcación lobera, cuyo capitán les entregó información respecto de sus habitantes y las características del suelo y el clima. Más adelante en su relato, Coan refiere también singulares situaciones, como el encuentro con varios tripulantes que habían desertado de sus embarcaciones y tuvieron que convivir con grupos de aborígenes Aónikenk (por ejemplo, un tripulante lobero de Washington, que en 1833, tras desertar, convivió por más de ocho meses junto a los Aónikenk, quienes le despojaron de sus vestiduras y en "vano trataba de cubrir su desnudez con la sombra de una vieja casaca raída y el resto de un par de pantalones con los que había dejado el velero") mientras que otros, como el lobero norteamericano Nicholas Druery, optaron por unirse con un grupo de los antes mencionados naturales, no manifestando ningún interés en regresar

a su patria y demostrando una conformidad total con la nueva vida que habían decidido experimentar.

Igualmente destaca la información de un grupo de tres loberos británicos que hacia 1833 había desertado de su embarcación en la costa nororiental del Estrecho de Magallanes y que convivieron por un tiempo con un grupo mestizo de aborígenes patagónicos, los denominados guaicurúes, proporcionan una de las primeras menciones de la existencia de esta mezcla racial entre Kawésqar y Aónikenk.

Finalmente, no podemos dejar de mencionar la contraparte negativa que significaron estos tempranos ciclos de cacería, ya que, como se ha señalado, estas incursiones generaron aportes en el ámbito del conocimiento geográfico y etnográfico, pero también provocaron una fuerte disminución de las poblaciones de pinnípedos en las costas patagónicas y también en gran medida, respecto de las islas subantárticas y antárticas. De otro lado, los contactos entre aborígenes y loberos, significaron para los primeros, una modificación en sus modos de vida, que los afectaría física y culturalmente, donde la transmisión de enfermedades, el intercambio de productos tan perjudiciales como el alcohol, la modificación de su hábitat debido a la caza excesiva, contribuirían a la degradación de gran parte de las poblaciones aborígenes australes. ❖



Titus Coan

Figura 1. Base O'Higgins, península Antártica.



Hidrocarburos en suelos antárticos

Los hidrocarburos pueden ser introducidos en el medioambiente antártico a través de fuentes naturales o antropogénicas. En los suelos se pueden encontrar, por ejemplo, hidrocarburos de cadena larga derivados de cianobacterias y algas verdes. Sin embargo, la mayoría de los hidrocarburos en el suelo antártico derivan de las actividades humanas que requieren hidrocarburos ya sea para la generación de electricidad y calefacción en las bases o el funcionamiento de vehículos y aeronaves. Debido a esto, los derrames accidentales durante el almacenamiento y distribución de combustibles son una de las fuentes más comunes de contaminación de suelos antárticos, especialmente en los sectores donde se ubican los estanques de almacenamiento de combustibles y sitios donde se reabastecen los vehículos o aeronaves.

Otras fuentes menores de hidrocarburos son las fugas de aceite de motor y generadores eléctricos, la deposición de las emisiones de chimeneas de los generadores e incineradores y las emisiones de los vehículos debido a la quema de combustibles. Cuando se derraman combustibles en el suelo, éstos son sometidos a procesos naturales que reducen su concentración. Los hidrocarburos pueden dispersarse, diluirse y/o volatilizarse, mientras que por procesos químicos y biológicos pueden degradarse y/o transformarse en otros compuestos.

Los combustibles livianos con una alta presión de vapor se volatilizan fácilmente desde el suelo; sin embargo, por ser de baja viscosidad, son móviles y, por lo tanto, capaces de migrar a través del suelo. Los combustibles más pesados, tales como lubricantes y aceites de motor, son menos volátiles y más viscosos y no migran lejos del punto de deposición. En los suelos antárticos, la movilidad de los hidrocarburos puede ser limitada por la presencia de capas de hielo y/o por el permafrost. Adicionalmente, los procesos de congelamiento y descongelamiento que sufren los suelos pueden alterar la movilidad de los hidrocarburos.

La degradación química y biológica de los hidrocarburos en los suelos antárticos se ve afectada por las bajas temperaturas,

ciclos de hielo y deshielo, baja humedad, alta salinidad y otras condiciones hostiles para el desarrollo de la biota del suelo, tales como la escasa concentración de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno) y niveles de alcalinidad altos.

En el marco del proyecto financiado por el INACH "Evaluación de efectos contaminantes relacionados con actividades antropogénicas en bases antárticas chilenas" se han tomado muestras de suelo contaminado con hidrocarburos, durante enero de 2009 y 2010, en los alrededores de la base O'Higgins, ubicada en el islote Isabel Riquelme, en la península Antártica (fig. 1). Esta base ha funcionado ininterrumpidamente durante 62 años, tiempo en el cual se han producido derrames, relacionados principalmente con el funcionamiento de generadores y el almacenamiento de combustibles.

Se tomaron muestras en suelos que presentaban evidencia de haber sufrido contaminación por combustibles, las que fueron analizadas para determinar la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo, identificar el tipo de hidrocarburos presentes y analizar algunos parámetros que resultan críticos para la aplicación de técnicas de biorremediación (fig. 2).

Las faenas de carga y descarga de combustibles son fuentes de contaminación por hidrocarburos en el suelo. Este estudio midió esta contaminación en la base antártica O'Higgins, la que mostró ser puntual, pero de difícil degradación natural, debido a las condiciones extremas del lugar. Considerando las condiciones encontradas en el lugar y a los resultados de las muestras de suelo, la biorremediación presenta un interesante potencial de aplicación; sin embargo, es necesario realizar estudios más profundos de cara a implementar esta técnica en sitios tan extremos.

NANCY CALISTO, CLAUDIO GÓMEZ
Y MARÍA SOLEDAD ASTORGA
Universidad de Magallanes
nancy.calisto@umag.cl



Figura 2. Parte del equipo de investigación en terreno, en las cercanías de base O'Higgins. De izq. a der.: María Soledad Astorga, Nancy Calisto y Viviana Ríos.

Cuando se determinó la concentración de hidrocarburos totales del petróleo (HTP), se observó que las concentraciones medidas en las muestras del año 2009 eran similares a las del año 2010 (fig. 3). Estos resultados indican que la atenuación natural de los hidrocarburos en estos suelos, debida a procesos naturales físicos, químicos y biológicos, ocurre de forma muy lenta, resultado que coincide con lo manifestado por diversos investigadores antárticos que han detectado presencia de hidrocarburos en distintas matrices ambientales hasta 30 años después de haber ocurrido un derrame.

En cuanto a la composición de los hidrocarburos se analizó la presencia de n-alcenos (hidrocarburos que forman parte de los denominados *hidrocarburos alifáticos* y están presentes en los combustibles fósiles) y la concentración de +16 hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), considerados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) como prioritarios para ser monitoreados por su alta toxicidad (fig. 4). La composición de los hidrocarburos presentes en las muestras de suelo fue similar a la del diésel de petróleo, el combustible más utilizado en la base, el que al ser un combustible fósil liviano no resultaría difícil de degradar en condiciones menos extremas. En cuanto a los HAPs, sólo fueron detectadas 6 especies en 3 de 5 muestras.

Adicionalmente, se midió el pH y la concentración de fósforo y nitrógeno en las muestras de suelo, parámetros fundamentales cuando se quiere aplicar técnicas de biorremediación. En los sectores estudiados el pH y la concentración de nitrógeno no representan un problema para aplicar este tipo de tecnologías, ya que las relaciones entre el contenido de carbono y nitrógeno y el pH se encuentran dentro de los rangos recomendados en la literatura (C/N: 10/1 a 50/1; pH 6-8). En cambio, la relación carbono/fósforo se encontró en algunos sitios por encima de estos rangos (C/P: 100/1 a 500/1), lo que indica que existe una deficiencia de fósforo en algunos sectores.

Este estudio muestra, por lo tanto, que si bien el área afectada por hidrocarburos en la base O'Higgins es pequeña y claramente localizada, la contaminación podría permanecer prácticamente inalterada durante varias

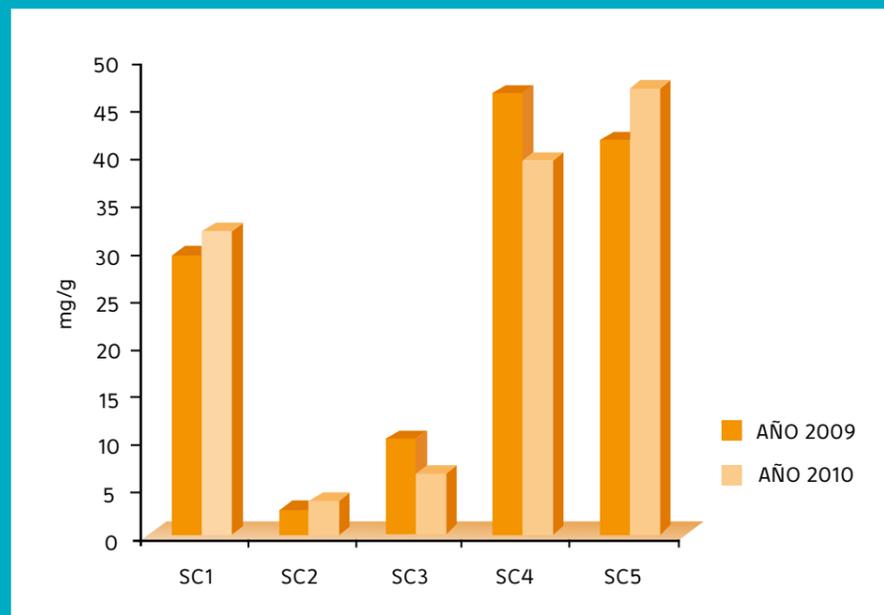


Figura 3. Variación del contenido de hidrocarburos totales del petróleo (HTP) para las muestras de suelo tomadas durante los años 2009 y 2010. En el gráfico, SC: suelo contaminado.

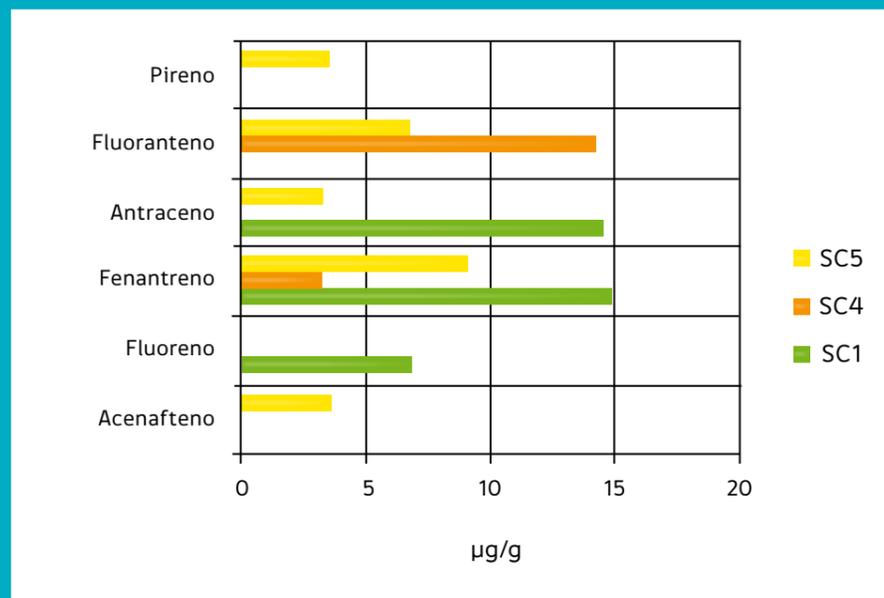


Figura 4. Se encontraron hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en sólo 3 muestras de suelo en la base O'Higgins.

décadas. En cuanto a la descontaminación del suelo, debido a sus características y al tipo y cantidad de hidrocarburos encontrados, las técnicas de biorremediación *in situ* o *ex situ* muestran un interesante potencial que debería estudiarse con mayor detenimiento, más aún considerando que cualquier

tecnología de remediación desarrollada para la Antártica debe resistir condiciones ambientales adversas, ser de fácil instalación y operación, tener bajo consumo de energía y bajas necesidades de infraestructura con un mínimo impacto permanente sobre el medioambiente. ❄️

Figura 1. Orígenes y fuentes de los aerosoles atmosféricos.



¿Es puro el aire de la Antártica?

Las pequeñas partículas en estado sólido o líquido suspendidas en el aire se denominan *aerosoles atmosféricos* y se clasifican según su tamaño, origen y fuentes. Juegan un papel importante en el equilibrio térmico de la Tierra y aún no está del todo claro cuánto aumentan o disminuyen la temperatura de la atmósfera reflejando la luz como lo hace un glaciar o calentándolo por efecto invernadero. Los aerosoles son una medida del grado de pureza o de contaminación de la atmósfera. A nivel urbano, los aerosoles atmosféricos suelen tener concentraciones mayores y su evolución se debe medir con métodos automáticos que respondan rápidamente a las variaciones de dichas concentraciones. Sin embargo, un problema aún no del todo resuelto es conocer las concentraciones mínimas de aerosoles o las concentraciones naturales o "línea base" (fig. 1).

La Antártica es un continente rodeado por un océano, pero no por ello aislado. La circulación atmosférica en las latitudes polares es el resultado y a la vez el precursor de lo que pasa en el resto del mundo. Pese a ello se ha considerado por muchos años como un sitio de aire puro. En la actualidad, se fortalece la idea de que la intervención creciente de su ambiente por actividades de turismo y científicas, requiere la existencia de un sistema que permita responder rápidamente a la eventual contaminación de su aire.

Para posibilitar un estudio permanente de los aerosoles atmosféricos en la península Fildes, se ha instalado un equipo automático TEOM (similar al utilizado para el monitoreo del aire de Santiago) en la base profesor Julio

Escudero, isla Rey Jorge, desde el verano de 2008. Dicho instrumento permite determinar las concentraciones de aerosoles en forma instantánea y también depositar dicho material en filtros para su posterior análisis físico y químico.

Uno de los desafíos de instalar un equipo TEOM en la Antártica es encontrar un lugar limpio y que cuente con los requisitos de funcionamiento del equipo, tales como mantener los módulos climatizados en un rango térmico de 2-40 °C, requerimientos que se cumplen en el Laboratorio Antártico de Radiación Cósmica (LARC). El otro requisito es lograr una conexión con nuestros laboratorios de Santiago, a fin de contar con la lectura instantánea de las concentraciones, lo cual se logró vía VNC (Virtual Network Computing) (fig. 2).

Los resultados obtenidos en bahía Fildes muestran que las concentraciones promedio para el material particulado MP10 en el período de verano son mayores que en los meses de invierno, situación completamente opuesta a lo que ocurre, por ejemplo en Santiago de Chile, pero claramente vinculada al derretimiento de la cubierta de nieve y la exposición del suelo a la intervención humana, particularmente intensa en esta época (tránsito vehicular y aéreo de científicos y turistas). La figura 3 muestra los valores diarios para los meses de junio y diciembre de 2008. A nivel de los aerosoles más finos, las concentraciones promedio de MP2,5 son ligeramente superiores en invierno que en verano, lo que se podría atribuir a la mayor quema de combustible. La figura 4 muestra los valores diarios para los meses de

Pocos lugares en el mundo deben tener un cuidado medioambiental tan estricto como la Antártica. Sin embargo, es muy difícil que las actividades humanas que allí se realizan no tengan impacto. El proyecto financiado por el INACH "Caracterización de aerosoles antárticos troposféricos finos del extremo norte de la península Antártica y la vinculación con sus fuentes" ha logrado medir la presencia de material particulado en el sector de la península Antártica y compararla con la de sectores densamente poblados como Santiago de Chile. Esta presencia aún no constituye un riesgo para la salud humana, pero se ha logrado determinar un aumento sostenido en los últimos años, sugiriéndose un monitoreo para vigilar la evolución de un eventual proceso de contaminación.

MARGARITA PRÉNDEZ, HUGO PERALTA
Y NICOLÁS DONOSO
Universidad de Chile
mprendez@ciq.uchile.cl

enero y julio de 2010. Sorprende el máximo de concentración observado en todos los casos (figs. 3 y 4) entre los días 16 y 20, cuya regularidad hace pensar más en una situación vinculada a una acción antropogénica que a una natural.

Al comparar los resultados obtenidos con lugares urbanos, por ejemplo con Santiago, los valores encontrados en bahía Fildes son entre 5 y 10 veces inferiores, dependiendo de la época del año y del diámetro de partículas considerado. No obstante, si comparamos con otro sitio de la isla Rey Jorge medido en el año 1985, las concentraciones observadas son dos veces superiores, misma diferencia observada en aerosoles MP2,5 en la península Antártica en los veranos de los años 2006-2007.

Es importante señalar que la Organización Mundial de la Salud ha publicado valores guía para las concentraciones de aerosoles indicando valores anuales para MP10 de 20 $\mu\text{g m}^{-3}$ y para MP2,5 de 10 $\mu\text{g m}^{-3}$, valores para los cuales no se han observado efectos en salud, con un 95% de confiabilidad, a nivel pulmonar o cardiovascular. Podríamos concluir, entonces, que la actividad humana está afectando la calidad del aire en la bahía Fildes, por lo que mantener el monitoreo a largo plazo es importante para vigilar la evolución de un eventual proceso de contaminación.

Agradecimientos al Instituto Antártico Chileno y al Prof. Cordaro por darnos cabida en el Laboratorio Antártico de Radiación Cósmica (LARC).

Figura 3. MP10 colectado en los meses de junio y diciembre del año 2008, en bahía Fildes.

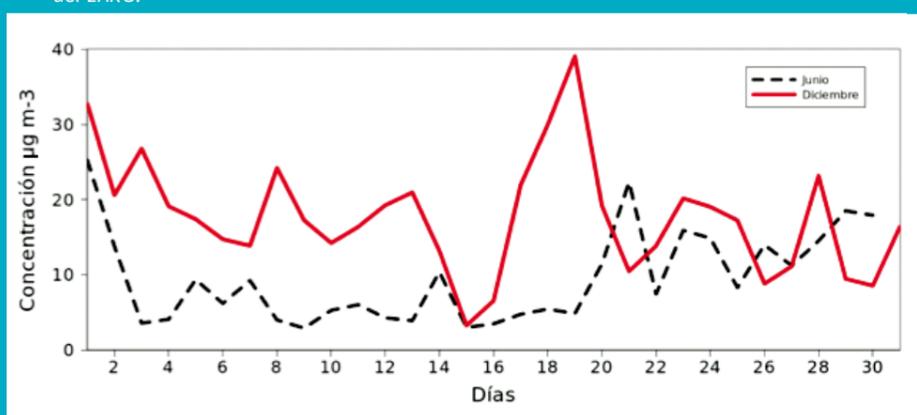


Figura 4. MP2,5 colectado en los meses de enero y julio del año 2010, en bahía Fildes.

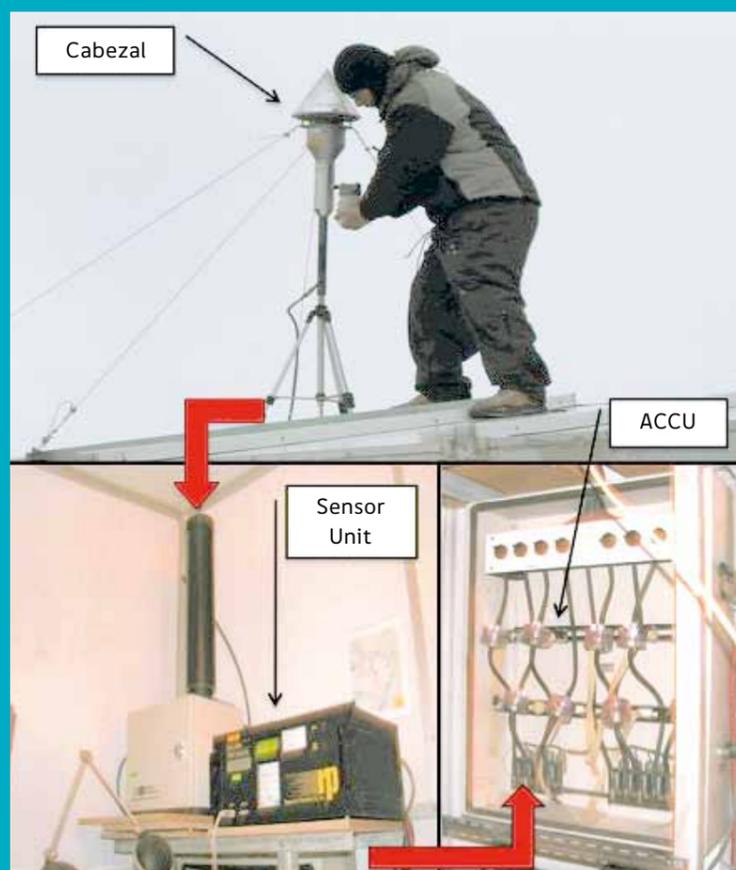
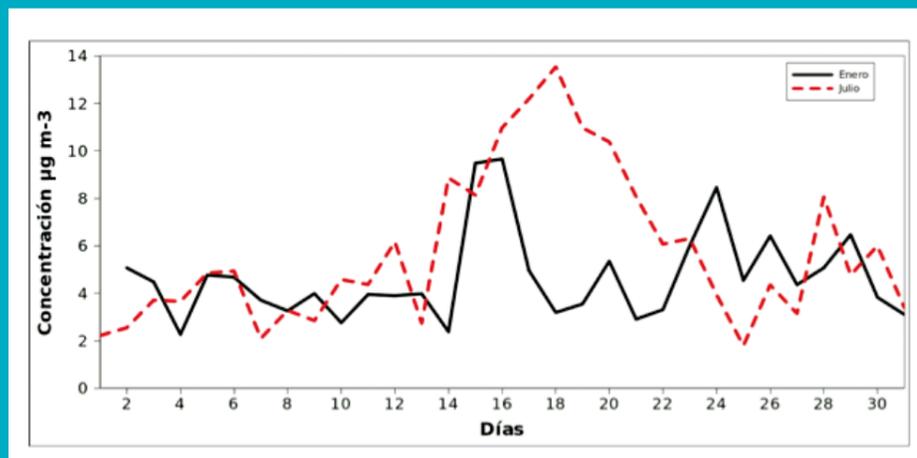


Figura 2. Equipo TEOM, incluyendo sistema ACCU, instalado al interior y exterior del LARC.

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes: Una Amenaza Global



Figura 1. Desplegando muestreadores pasivos de aire para determinar COPs en la base O'Higgins, península Antártica (enero de 2010).

La población, en general, tiene la percepción de que las zonas polares y de montañas son lugares prístinos, libres de contaminación, casi como la última frontera donde no ha llegado el efecto de la actividad humana. Sin embargo, en las últimas dos décadas se ha puesto en evidencia que la Antártica, el Ártico y las altas montañas (Andes, Alpes, Pirineos) son ambientes que acumulan ciertos contaminantes, algunos de exclusivo origen humano, que se denominan genéricamente como *contaminantes orgánicos persistentes* (COPs). Éstos son producidos

y liberados por la actividad humana, caracterizados por: su difícil degradación en el ambiente, su capacidad para acumularse en el tejido adiposo de los organismos, ser tóxicos a nivel neurológico, endocrino e inmunológico, y con el potencial de viajar largas distancias mediante el transporte atmosférico o por otras vías (incluyendo aves y grandes mamíferos marinos).

Entre los COPs encontramos compuestos que actualmente ya no se fabrican desde la década de los setenta como algunos plaguicidas organoclorados (DDT, aldrín, heptacloro),

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) son una amenaza global, sin embargo, la información disponible de las tendencias espaciales y temporales de la contaminación con COPs en el hemisferio sur y en Chile, ha sido tradicionalmente muy escasa y fragmentaria. El año 2010 hemos comenzado a trabajar de una manera más sistemática en el continente Antártico, dado que zonas remotas y frías representan zonas de acumulación selectiva de estos contaminantes, persistentes, bioacumulables y tóxicos. Se ha realizado un primer muestreo de agua, aire, sedimentos y organismos en la campaña de enero de 2010. Los primeros datos estarán disponibles el año 2011.

RICARDO BARRA¹, PAULINA BAHAMONDE¹, ROBERTO QUIROZ², IGNACIO RUDOLPH¹ Y GONZALO MENDOZA³

¹Universidad de Concepción.

²Centro de Investigación de los Ecosistemas de la Patagonia, Coyhaique, Chile.

³Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile.
ricbarra@udec.cl

productos de uso industrial (bifenilos policlorados (PCBs) y hexaclorobenceno (HCB)) y sustancias químicas de liberación no intencional (dioxinas y furanos clorados). A nivel internacional, en el año 2001 fue firmado el Convenio de Estocolmo (recuadro 1) sobre COPs. Chile es uno de los países firmantes y a través de este convenio se obliga a eliminar aquello que es posible y a reducir las liberaciones de aquellos contaminantes que se producen de manera no intencional, para evitar la continua contaminación del ambiente con estos compuestos.

Las características intrínsecas de estos contaminantes y su elevada persistencia permiten que una vez emitidos al ambiente, puedan viajar largas distancias, principalmente a través de la atmósfera, alcanzando lugares donde nunca han sido utilizados. De esta forma, desde los años sesenta se ha evidenciado la presencia de estos contaminantes en el tejido adiposo de osos polares y sangre de esquimales en el Ártico, así como en huevos de pingüinos y sedimentos en la Antártica, por nombrar algunos ejemplos.

Para explicar la presencia de estos compuestos en zonas del planeta donde jamás han sido utilizados o producidos, en la década de los setenta se planteó la hipótesis de la destilación global de los COPs (recuadro 2) que explica su tendencia a condensarse en áreas de temperaturas bajas, propias de latitudes altas y zonas de alta montaña (un efecto similar al que se produce al retirar una botella fría desde el refrigerador). Posteriormente, esta hipótesis fue revisada y discutida por Frank Wania y Donald Mackay (1993), quienes sugirieron la existencia de un proceso de fraccionamiento a nivel global de los COPs. Dicha teoría plantea que a latitudes bajas, las temperaturas cálidas favorecen la evaporación de estos compuestos desde la superficie de la tierra y agua, mientras que en latitudes altas, donde las temperaturas son bajas, se favorece su deposición desde la atmósfera (condensación fría).

Nuestro grupo de investigación se ha centrado en dilucidar la dinámica y destino de los COPs en zonas de montaña y zonas remotas a lo largo y ancho de Chile. Para lograr esto, hemos utilizado estrategias para determinar: su evolución temporal mediante el estudio de testigos de sedimentos; su transporte mediado por organismos migratorios a lagos y ríos de la Patagonia; su transporte atmosférico utilizando muestreadores pasivos como organismos bioindicadores (líquenes y bivalvos a lo largo de la costa de Chile), avalando la teoría de Wania y Mackay para el hemisferio sur.

En este sentido y utilizando las mismas estrategias desplegadas en Chile continental, comenzamos este año el proyecto "Contaminantes Orgánicos Persistentes en la península Antártica: tendencias, transporte, bioacumulación y potenciales efectos", financiado por el INACH. Nuestra estrategia se ha centrado en:

1) describir la dinámica de transporte de estos contaminantes mediante el uso de muestreadores pasivos de aire que utilizan resinas tipo estireno divinilbenceno (XAD) y espumas de poliuretano (PUF) (fig. 1);

2) evaluar su acumulación temporal mediante el análisis de nieve y sedimentos (fig. 2);



Figura 2. Tomando muestras de nieve en el glaciar Collins para determinar la acumulación temporal de COPs en ese compartimento ambiental.



Figura 3. Tomando muestras de líquenes, suelo y fecas de pingüinos en la isla Ardley para evaluar COPs (enero de 2010).

3) evaluar su acumulación en organismos mediante el estudio de COPs en fecas de pingüinos, fitoplancton, zooplancton (fig. 3);

4) determinar su biodisponibilidad para los organismos marinos utilizando muestreadores pasivos de agua del tipo membranas semipermeables (SPMD). Se espera contar con información del estado de contaminación con COPs en los ambientes antárticos estudiados durante el año 2011.

Agradecimientos al INACH, Departamento Antártico del Ejército, proyecto Fondecyt 1080294, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Centro EULA-Chile. 🌱

Recuadro 1 El Convenio de Estocolmo

El Convenio de Estocolmo, del cual Chile es parte desde el año 2001, habiéndolo ratificado el 2005, es un instrumento jurídicamente vinculante que consideró al principio la necesidad de tomar acciones globales para eliminar o reducir el uso y liberaciones al ambiente de 12 compuestos o familias de compuestos; los cuales correspondían a lo que se conocía como la "docena sucia", entre los cuales están considerados plaguicidas de síntesis, compuestos de uso industrial y compuestos de liberación no intencional. Posteriormente, el año 2009, fueron incorporados nuevos contaminantes, muchos de ellos de uso frecuente en la vida cotidiana, como los retardantes de llama bromados, que se aplicaron masivamente en equipos y aparatos electrónicos.

| Origen | Incluidas en Convenio de Estocolmo original | Incluidas en el año 2009 |
|--|---|---|
| Plaguicidas | Aldrín Endrín Dieldrín Heptacloro DDT Clordano Toxafeno Hexaclorobenceno (HCB)* Mirex | Lindano y sus isómeros Clordecona Pentaclorobenceno |
| Productos de origen industrial | Bifenilos policlorados (PCBs) | Hexabromobifenilo Penta y octabromodifenil éter Perfluorocianatosulfonatos (PFOS) |
| Diversos orígenes, emisión o vertido no intencionado | Dioxinas (PCDDs) Furanos (PCDFs) | |

*En la actualidad, el origen del HCB está relacionado con las emisiones de la industria de disolventes clorados.

Recuadro Nº 2 Proceso de fraccionamiento global y condensación fría de los COPs

Como se puede observar en la figura, la distribución latitudinal de los COPs tiene lugar a través de sucesivas etapas de volatilización/condensación (grasshopping) como consecuencia de los gradientes de temperatura a nivel global. Los gradientes de temperatura determinan la mayor volatilización de estos contaminantes desde las zonas tropicales y templadas del planeta, y su partición entre la fase gaseosa y la condensada en la atmósfera, lo que favorece los procesos de depositación en las zonas frías (altas latitudes y altitudes). Los mecanismos que controlan la acumulación en las zonas polares y de montaña son diferentes: en zonas polares la inmovilización de los COPs depende básicamente de la partición entre la superficie y la atmósfera y de las bajas temperaturas que favorecen la escasa volatilización de estos contaminantes desde la superficie.





Exposición "Noruega Polar: La aventura blanca" visitó Punta Arenas

Como una forma de unir a dos países de influencia polar, la Embajada de Noruega en Chile y el INACH trajeron a Punta Arenas la exposición itinerante "Noruega Polar: La aventura blanca", que se exhibió en el mall ZonAustral entre el 26 de julio y el 1 de agosto. La muestra de fotografías, indumentaria, equipos, animales y videos despertó gran interés entre los magallánicos, especialmente, entre los adultos mayores y los más pequeños. Esta exposición ha sido producida por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Noruega y otras instituciones polares de ese país.

Conferencia Científica de Oslo

Entre el 8 y el 12 de junio se realizó la Conferencia Científica de Oslo que dio por finalizado formalmente el Año Polar Internacional (API 2007-2008), el mayor programa de investigación y educación polar de todos los tiempos. Los resultados del API tardarán todavía algunos años en conocerse completamente y esta Conferencia tuvo como objetivo ofrecer un panorama de lo alcanzado. El éxito es más que palpable: los más de 2.300 artículos y pósters presentados; las nuevas líneas de base de datos circumpolares y los mejorados sistemas de observación; la mayor

Seminario "Patrimonio Histórico, Medioambiente, Comunicaciones y Educación Antártica"

El seminario "Patrimonio Histórico, Medioambiente, Comunicaciones y Educación Antártica" fue organizado por el Centro de Estudios Hemisféricos y Polares (CEHP) de la Fundación Valle Hermoso, el 13 de agosto en Valparaíso, y se enfocó sobre aspectos vinculados con la enseñanza y difusión de la compleja realidad antártica, en la que se interrelacionan aspectos medioambientales, científicos, históricos, estratégicos, patrimoniales y de comunicación. Por parte del INACH, participó el periodista Elías Barticevic, Jefe del Departamento de Comunicaciones y Educación, quien expuso las distintas líneas de acción del Instituto al respecto, destacando la Feria Antártica Escolar, programa único en su tipo en el mundo.

XXXI Reunión del SCAR y Open Science Conference

Chile tuvo una participación histórica en el *Open Science Conference* (OSC) 2010, encuentro mundial sobre la ciencia antártica desarrollado desde el 3 al 6 de agosto en Buenos Aires, Argentina, en el marco de la reunión bienal del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR), que por primera vez en 31 años se llevó a cabo en Sudamérica.

En el *Open Science Conference*, Chile estuvo representado por más de 40 científicos provenientes, principalmente, de universidades y del INACH. La delegación presentó más de 50 trabajos (de los cuales 14 fueron en forma oral) y lideró dos mesas de discusión. En total, se ha estimado que participaron cerca de 900 delegados de 40 países y que se presentaron más de 1.500 trabajos.

colaboración internacional y vínculos más fuertes entre las comunidades científicas del Ártico y la Antártica; una entusiasta generación de nuevos científicos polares; y la participación sin precedentes de educadores asociada a un aumento en la conciencia pública sobre la importancia de las regiones polares.

Varios chilenos participaron en esta Conferencia y entre ellos la investigadora Ingrid Hebel. Viajó gracias a una beca de la Tinker Foundation, junto a la investigadora MariCarmen Dacasa, con quien también compartió el trabajo en terreno durante la última Expedición Científica Antártica. En Oslo presentaron el trabajo "Análisis de la estructura genética de las poblaciones antárticas de *Sanionia uncinata* como una herramienta para planes de conservación de ecosistemas". "Participamos en las sesiones de impacto humano, ecología terrestre, conexiones Ártico y Subártico, ecosistemas y biodiversidad, impacto del cambio climático en ecosistemas polares; dinámica vegetacional y especies invasoras e introducidas en ambientes polares", comentó Hebel.

En la foto, Ingrid Hebel extrayendo muestras de musgo en el sector de Lyons Ramp.

Antártica, un puente de colaboración entre Chile y Ecuador

A lo largo de este año, Chile y Ecuador han estrechado sus lazos de amistad y la Antártica ha sido una protagonista principal de esta consolidación. El 6 de agosto el Presidente de la República, Sebastián Piñera, viajó a Quito junto al Ministro de Relaciones Exteriores, Alfredo Moreno, en la primera visita oficial del mandatario chileno a ese país. Los presidentes Rafael Correa y Piñera firmaron una Declaración Conjunta en la que "destacaron la continua y excelente relación entre el Instituto Antártico Ecuatoriano y el INACH en asuntos logísticos, de capacitación de personal y en el desarrollo de programas científicos en la Antártica" y "resaltaron la importancia de continuar fortaleciendo esos vínculos científicos, así como la cooperación logística entre las Fuerzas Armadas de ambos países en la Antártica". El Presidente Piñera aprovechó la ocasión para invitar a su par ecuatoriano a visitar el Continente Blanco en el marco de la celebración del Día de la Antártica Chilena, el 6 de noviembre.

En efecto, ambos presidentes arribaron a Punta Arenas el 5 de noviembre para clausurar el seminario internacional "Antártica, un Nuevo Norte para Magallanes", organizado por el Cluster de Servicios Logísticos Antárticos en conjunto con el Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena, y el INACH. En este seminario expusieron Paola Vezzani, Presidenta del Consejo de la Cultura y las Artes de Magallanes; Jaime Vásquez, Director de Antártica XXI; Steve Wellmeier, Director Ejecutivo de la Asociación Internacional de Operadores Turísticos Antárticos (IAATO); Michelle Rogan-Finnemore, Secretaria Ejecutiva del Consejo de Administradores de Programas Antárticos Nacionales (COMNAP); y el Dr. Marcelo Leppe, Jefe del Departamento Científico del INACH. El Presidente Piñera cerró el seminario anunciando el Plan Magallanes, que contempla en el período 2010-2014 una inversión pública de 500 millones de dólares y una inversión privada de 1.000

XXII Reunión Anual del COMNAP



Entre el 8 y 12 de agosto se realizó en Buenos Aires, Argentina, la XXII Reunión Anual General del Consejo de Administradores de Programas Antárticos Nacionales (COMNAP). La apertura oficial del encuentro, al que asisten delegados de los 29 países de Europa, América, Asia, África y Oceanía que forman parte del COMNAP, contó con la presencia del Canciller de Argentina, Héctor Timerman, quien valoró la realización del encuentro internacional, al tiempo que subrayó la importancia del tema antártico para su país y los esfuerzos que están desarrollando para crear un centro de apoyo a la actividad antártica en la ciudad de Ushuaia.

Verónica Vallejos, vicepresidenta del Comité de Protección Ambiental del Tratado Antártico y miembro de la delegación chilena en la reunión del COMNAP, resaltó que "es fundamental esta instancia de diálogo porque permite la evaluación conjunta de las actividades que se realizan en Antártica y la adopción de medidas para mejorar la colaboración entre los países que desarrollan actividades en la Antártica".



El Dr. Marcelo Leppe durante su charla "Oportunidades para Chile y Magallanes mediante el desarrollo y fortalecimiento de un polo científico ligado a la Antártica", ante los Presidentes Piñera y Correa.



El Director Nacional del INACH, Dr. José Retamales, dirigiéndose a los asistentes antes de la firma de la Declaración de Intenciones sobre actividades logísticas y científicas en la Antártica. Observan los Presidentes Piñera y Correa, y los cancilleres Alfredo Moreno, de Chile, y Ricardo Patiño, de Ecuador.

millones de dólares. Además, firmó dos proyectos de ley: uno para autorizar el funcionamiento de casinos de juego en naves de gran calado y así facilitar la llegada de cruceros, y otro proyecto que sanciona la pesca ilegal en aguas antárticas.

Al día siguiente y en la espera de una "ventana" que les permitiera visitar la isla Rey Jorge, donde Chile y Ecuador tienen bases, ventana que finalmente no se produjo, Piñera y Correa encabezaron la ceremonia de firma de la Declaración de Intenciones sobre actividades logísticas y científicas en la Antártica, que se realizó en el INACH. Ambos Jefes de Estado, acompañados de sus respectivos cancilleres, firmaron dicho documento que refleja la voluntad de Chile y Ecuador por negociar un "Convenio Específico sobre Actividades Logísticas y Científicas en la Antártica", que complementa y profundiza el "Convenio de Cooperación Antártica" suscrito por ambos países el año 2004.

El chileno José Retamales fue confirmado hasta el 2011 en el cargo de Presidente del COMNAP. Retamales ejerce la presidencia del COMNAP desde el 2007 y el respaldo de los miembros del Consejo tuvo como objetivo asegurar que el actual Director Nacional del INACH continúe liderando la implementación de un nuevo modelo de gestión que permita a los 29 países asociados realizar de manera más eficiente sus actividades logísticas y científicas en el Continente Blanco. Retamales comentó que lo fundamental de este nuevo escenario es propiciar la cooperación internacional para maximizar los recursos económicos, logísticos y de capital humano. “Estamos en una transición donde el modelo de trabajo será en función de objetivos anuales”, precisó. En este sentido, destacó que Chile presentó una nueva plataforma tecnológica de intercambio de información destinada a permitir una



mejor coordinación entre los países miembros del Sistema del Tratado Antártico para el desarrollo de actividades conjuntas logísticas y científicas.

La plataforma *on-line* denominada APASI (Antarctic Peninsula Advanced Scientific Information System) ha sido diseñada para compartir actividades científicas entre los 15 países que operan en el área de la península Antártica. El APASI resume información sobre los proyectos científicos a realizar, indicando el detalle de las localidades y fechas de muestreo a realizar en futuras campañas antárticas, información que es subida por los institutos antárticos o sus similares. “Con ello evitamos replicar investigación y compartir recursos logísticos y humanos para bajar los costos del trabajo antártico”, añade.

De este modo, es una herramienta útil para fomentar alianzas tanto a nivel de operadores, quienes pueden compartir recursos logísticos (transporte, alojamiento), como entre científicos, quienes pueden conocer de otras actividades similares a desarrollarse en futuras campañas y solicitar apoyo. Algunos países como Brasil, España y Bulgaria ya han mostrado interés en formar parte de APASI, incorporando información de sus respectivos programas antárticos.

También en la reunión se determinó que Chile junto a Argentina, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica, coordinarán las tareas de rescate de los buques que se accidenten en las proximidades de la Antártica. Estos cinco países son los únicos con responsabilidad marítima sobre la Antártica, por lo que serán los que gestionarán y planearán los operativos de rescate, según decidió la reunión anual del COMNAP. ♣

El Dr. Javier Arata, Jefe del Departamento de Proyectos del INACH, presentando el sistema de información electrónico APASI.

Chile y Bolivia estudian el impacto del cambio climático sobre los glaciares

La urgencia de recuperar la información histórica del clima almacenada en los glaciares que están en peligro de desaparecer producto del aumento de la temperatura del planeta, y el interés de compartir experiencias, recursos y capital humano, han hecho que Chile y Bolivia estén iniciando las primeras acciones para diseñar un programa conjunto sobre el estudio del impacto del cambio climático sobre los glaciares de zonas tropicales y la Antártica. En este contexto, visitó el INACH a fines de octubre el Dr. Edson Ramírez, Sub-Director del Instituto de Hidráulica e Hidrología, de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia, y coordinador para América Latina del Grupo de Trabajo de Nieves y Hielos, Programa Hidrológico Internacional (PHI-UNESCO) entre los años 2006 y 2009. “Para Bolivia esta es una importante oportunidad para estudiar la participación, por una parte, en programas antárticos y, a su vez, integrar los resultados de estas investigaciones en zonas de altas latitudes con la información de los glaciares en los trópicos”, comentó Ramírez. En tanto, para Chile, según expresa el Dr. Ricardo Jaña, glaciólogo del INACH, esta alianza representa una oportunidad de cooperación para estudios integrados de glaciares dentro de la red Sistema de Observación Global del Clima (GCOS) del Programa de Naciones Unidas para el Estudio del Medio Ambiente, cuyo objetivo es registrar la información de 44 variables claves para el estudio del clima en lugares singulares del planeta que están reaccionando al cambio en forma intensificada y acelerada. “La Región de Magallanes y Antártica Chilena reúne la mayor proporción del hielo del país siendo reconocida por la comunidad científica internacional como un laboratorio natural donde se ha hecho un llamado a establecer redes para estudiar el cambio climático y su impacto sobre la biodiversidad”, puntualiza Jaña.

Así lo entiende el gobierno altioplánico, que ha realizado las gestiones

a través del Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile para concretar esta alianza estratégica. “Los glaciares son los mejores indicadores visibles del cambio climático. Son una voz de alerta sobre los efectos no sólo en el medioambiente sino también en la economía de las regiones. Particularmente, en Bolivia hay una fuerte preocupación nacional con el futuro de la disponibilidad de recursos hídricos”, alerta Edson Ramírez.

Ambos investigadores trabajarán en los próximos meses en el diseño de un programa de cooperación binacional para el desarrollo de estudios paleoclimáticos en hielos antárticos y de los Andes tropicales. Como primera acción participaron en el II Simposio Internacional “Reconstructing Climate Variations in South America and the Antarctic Peninsula over the last 2000 years” del proyecto internacional PAGES (Past Global Changes) y organizado por el Centro de Ingeniería de la Innovación y la Universidad Austral, de Valdivia, entre el 27 y 30 de octubre. Igualmente, el Dr. Ramírez dictó el 26 de octubre la conferencia “Cambio Climático desde la perspectiva de los glaciares tropicales andinos”, en el INACH. ♣



Programas antárticos de Chile y Corea estrechan lazos para potenciar investigaciones científicas

Una inédita visita a tierras chilenas, en su paso hacia la Antártica, realizó en noviembre el rompehielos científico coreano “Araon”, que atracó en el muelle Mardones de Punta Arenas, proveniente desde Nueva Zelanda. La ceremonia de bienvenida fue encabezada por el embajador de ese país en Chile, Chang-soon Yim, y el Director Nacional del INACH, Dr. José Retamales, y contó con la presencia de una delegación de la Armada de Chile, de la Empresa Portuaria Austral y del INACH. Retamales recalzó la importancia de contar con la presencia en Punta Arenas del “Araon”, enfatizando que “en el mundo no hay muchos buques de estas características destinados a la investigación polar”. Además destacó que esta visita abre una oportunidad para explorar formas de cooperación entre ambos países, que permitan a investigadores chilenos utilizar al “Araon” en el desarrollo de sus investigaciones y, al mismo tiempo, brindar la posibilidad a científicos coreanos de utilizar los laboratorios que Chile dispone en el Continente Helado.

Este rompehielos es capaz de operar con una tripulación de sólo 25 personas y apoyar el trabajo de 60 científicos a bordo. El Capitán Kim Hyon Yul indicó que el “Araon” realizará estudios para predecir cambios ambientales en la región polar y de ecología marina y fondos del océano. El “Araon” es un buque de tamaño medio, de 110 metros de largo, 19 metros de ancho y pesa 7.400 toneladas. Perteneció al Instituto de Investigación Polar de Corea (KOPRI). ♣



El Director del INACH, Dr. José Retamales; el Dr. Dong-Yup Kim, del Programa Antártico Coreano; y los Jefes del Departamento Científico y de Proyectos del INACH, Dr. Marcelo Leppe y Dr. Javier Arata, durante el recorrido por las modernas instalaciones del buque “Araon”.

Programas antárticos de Chile y China inician nueva etapa de cooperación



El Dr. José Retamales, Director del INACH (a la izquierda), y el Dr. Yang Huigen, Director General del Centro de Investigación de China, firman el Memorandum de Entendimiento para la Cooperación en Asuntos Antárticos.

Con el objetivo de fortalecer la cooperación bilateral entre Chile y China y potenciar aún más el desarrollo de sus respectivos programas científicos por medio de la gestión eficiente de los recursos y de la reducción al mínimo de los efectos de las actividades científicas en el medioambiente antártico, el Instituto para la Investigación Polar de China y el Instituto Antártico Chileno (INACH) firmaron en diciembre un Memorandum de Entendimiento. La ceremonia contó con la asistencia de Liu Yandong, Consejera de Estado de la República Popular China y de una importante comitiva de rango ministerial de este país. El Memorandum fue firmado por el Dr. Yang Huigen, Director General del Centro de Investigación de China, y el Dr. José Retamales, Director Nacional del INACH, quien

además presentó a las altas autoridades orientales el Programa Nacional de Ciencia Antártica 2011.

Liu Yandong expresó su satisfacción por este acuerdo, que, según la Consejera de Estado de China, abre una nueva etapa en la relación entre su país y Chile en todo lo referido a la Antártica, “una tierra mágica que necesita de la cooperación internacional para su protección”. Por su parte, Retamales se manifestó “honrado por la presencia de la Consejera y por las perspectivas de cooperación que se vislumbran, considerando que son dos Programas Antárticos vecinos en la isla Rey Jorge y que tienen una larga relación de más de 20 años de trabajo conjunto en la región de la península Antártica”. ♣



Presentación del documental "Exploradores de Antártica"

En Valdivia se presentó el documental "Exploradores de Antártica" de la productora Cábala (8 de julio). En él se muestran las actividades que realizaron en la isla Rey Jorge los estudiantes ganadores de la V Feria Antártica Escolar (FAE). Este documental forma parte de la serie "Explora!" transmitida por UCVTV y premiada por el Consejo Nacional de Televisión. Esta presentación se realizó en el marco de la difusión de la FAE en la Región de los Ríos, junto al programa Explora-Conicyt.



Subsecretario Schmidt encabezó homenaje al Embajador Oscar Pinochet de la Barra

El Subsecretario de Relaciones Exteriores, Fernando Schmidt, encabezó el pasado 9 de julio la ceremonia de homenaje a Oscar Pinochet de la Barra, por su destacada trayectoria diplomática, así como sus significativos aportes a la difusión y al conocimiento antártico. En la oportunidad, el Embajador Pinochet donó a la Cancillería condecoraciones, libros, fotografías y otros objetos que rememoran su experiencia diplomática. El Embajador Pinochet participó en las primeras expediciones nacionales a la Antártica en 1947, 1948 y 1949 y es uno de los últimos sobrevivientes de la Conferencia Diplomática de Washington en 1959, que dio origen al Tratado Antártico. Fue Director del INACH de 1991 a 2003, siendo quien ha ocupado este cargo por mayor tiempo. Durante la ceremonia, en la que estuvo presente el actual director del INACH, José Retamales, el Embajador Pinochet señaló que "las condecoraciones que hago entrega hoy, que aquí solamente están como una señal de una importancia mucho más grande, ayudarán a recordar una etapa chilena de unión, que yo califico de ejemplar".

INACH y el Consejo de la Cultura de Magallanes firman convenio para fortalecer la identidad antártica regional

Con el objetivo de fortalecer la identidad antártica de la Región de Magallanes, el INACH firmó el 22 de julio un convenio de colaboración con el Consejo Regional de la Cultura y las Artes (CRCA). La ceremonia fue encabezada por el Ministro de Cultura, Luciano Cruz-Coke. El acuerdo, rubricado por el Director Nacional del INACH, José Retamales, y la Directora del CRCA, Paola Vezzani, establece el desarrollo conjunto de iniciativas destinadas a favorecer la actividad cultural y artística en torno al Continente Blanco. Cruz-Coke afirmó que "la Antártica es un enorme continente que no forma parte visible del trabajo creativo. Es algo que tenemos que fomentar. A través de las ciencias y el arte se debe incluir a la Antártica en el imaginario colectivo y creativo". El acto, que contó con la presencia de autoridades locales y representantes del mundo de la cultura, consideró la exposición del proyecto Fondart "Habitate Subantártico", de Rodrigo Molina, representación artística de valoración y conservación del patrimonio cultural y natural del extremo austral del planeta.



Taller sobre biodiversidad acerca la riqueza de la vida antártica a los párvulos de Magallanes

En el marco de la alianza estratégica establecida entre el INACH y la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI), por cuarto año consecutivo educadoras y técnicas en atención de párvulos actualizaron sus competencias para desarrollar experiencias de aprendizaje vinculadas al conocimiento antártico, en jardines infantiles de la Región (1 de septiembre). En esta oportunidad, al celebrarse el Año Internacional de la Biodiversidad, expertos del INACH abordaron el ecosistema antártico desde diferentes disciplinas científicas, facilitando la comprensión de las singulares características y diversidad de los seres vivos que allí habitan y sus relaciones, las que se explican en procesos evolutivos que les permitieron adaptarse a las condiciones ambientales de este continente. Sterlina Fuentealba, Directora Regional de la JUNJI, agradeció el aporte de los expositores para brindar conocimientos de vanguardia al personal de la institución y valoró que el trabajo conjunto con el INACH promueva los aprendizajes de los párvulos mediante la experimentación directa con los elementos del medio natural.



Tres nuevos estudiantes podrán hacer su tesis en la Antártica

Alumnos de la Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Universidad de Chile participarán en la próxima Expedición Científica Antártica. La clave: pensar en la Antártica al momento de elegir el tema de sus tesis. Desde hace dos años los alumnos de pregrado de las universidades nacionales tienen la posibilidad de hacer su tesis en la Antártica. ¿Cómo? Postulando al Concurso de Apoyo a Tesis de Pregrado en Temas Antárticos, que organizan el Instituto Antártico Chileno (INACH), la Fuerza Aérea de Chile y CorreosChile.

Los seleccionados de este año son:

| Estudiante | Título del Proyecto | Institución |
|-----------------|--|---|
| Thomas Heran | Distribución y abundancia de ascidias en la bahía Fildes | Universidad Austral de Chile |
| Héctor Mora | Biodiversidad y distribución temporal de zooplancton gelatinoso en bahía Fildes, Antártica | Pontificia Universidad Católica de Valparaíso |
| Carla Antognini | Proyecto de diseño Estación Antártica | Universidad de Chile |



Declaran a base Prat como Monumento Histórico Nacional

En la sesión del 8 de septiembre, el Consejo de Monumentos Nacionales aprobó la declaración de la base Prat como Monumento Histórico Nacional. Esta declaración se aplica a la actual base y no incluye sus restos originales, que serán destinados a un Museo Histórico en cuyo desarrollo colaborarán el INACH, el Gobierno Regional de Magallanes y la Armada. La solicitud fue presentada inicialmente por la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, y fue apoyada por la Armada de Chile, la Dirección de Medio Ambiente, Antártica y Asuntos Marítimos del Ministerio de Relaciones Exteriores y el INACH, que, en el ámbito de sus obligaciones y facultades concernientes a la difusión del patrimonio antártico, efectuó la presentación en representación de todas las instituciones patrocinantes, haciendo notar la conveniencia de que todas las estructuras y monumentos existentes en la base estuviesen cubiertos por la protección del Consejo.

Después de algunas ampliaciones, la superficie actual de la base Prat es de 1.380 m². A la función de soberanía con la que fue creada y que se refleja en su nombre original, pronto se sumó el apoyo a estudios medioambientales y meteorológicos, de posicionamiento marítimo y seguridad. Justamente el Dr. Ricardo Jaña, glaciólogo del INACH, está preparando un proyecto para instalar allí un Laboratorio de Ciencias Marinas Antárticas. "Este laboratorio proporcionará el soporte tecnológico necesario para la experimentación con organismos marinos vivos, el desarrollo de análisis de laboratorio en las cercanías del lugar de recolección de las muestras y la toma de parámetros ambientales; podremos observar un ecosistema marino único sometido a la presión del cambio global", comenta Jaña.



1.300 kilómetros en kayak por la Antártica

Explorar la costa de Danco, en la península Antártica. Ese ha sido el objetivo de las últimas expediciones polares del kayakista chileno Cristián Donoso y los resultados pudieron ser conocidos en la charla que él ofreció en el INACH, el 12 de octubre. En la pasada temporada 2009-2010, Donoso junto a Sebastián Roca realizaron una travesía combinando el avance en kayaks y en esquís por la parte occidental de la península Antártica y obteniendo una marca

mundial por realizar el primer cruce a pie del plateau Herbert y Foster. Previamente, entre diciembre de 2008 y febrero de 2009, Donoso esta vez acompañado por Claudio Scaletta, realizó una travesía similar de 900 km. Considerando ambas expediciones, Donoso ha recorrido 1.300 km y suma 152 días de travesía en uno de los ambientes más inhóspitos del planeta. Estas son las expediciones más largas, en tiempo y distancia, que se hayan hecho en kayak en la Antártica.

VII Feria Antártica Escolar

Estudiantes de la Región de Antofagasta, Bío-Bío, Los Ríos y Los Lagos, ganaron la VII Feria Antártica Escolar, que tuvo como tema "Biodiversidad marina en el océano Austral: de los genes a los ecosistemas". Ellos viajarán en compañía de sus profesores, a conocer la Antártica y acompañar en terreno el trabajo que realizan los investigadores chilenos. También integrarán este viaje el grupo del Colegio Gran Bretaña, de Hualpén, a quienes se entregó el premio al Espíritu Antártico.



Ganadores FAE 2010

Primer lugar, categoría experimental

Colegio: Instituto Alemán Carlos Anwandter, Valdivia.
Proyecto: ¿De qué forma incide el aporte de carbono que realiza *Balaenoptera musculus* (Ballena azul) en la población de fitoplancton y en la biodiversidad en el sistema subantártico?
Integrantes: Tomás Fischer y Matías Hald.
Profesora: Cristina Villazón.

Segundo lugar, categoría experimental

Colegio: Fundación Educacional Colegio Santa Marta, Osorno.
Proyecto: Efectos de la salinidad del agua de mar sobre la microalga *Chaetoceros gracilis*.
Integrantes: Adriana Vera, Fernanda Quijada y Katherine Flores.
Profesora: Tamara Goic.

Primer lugar, categoría bibliográfica

Colegio: Colegio San Agustín de Antofagasta.
Proyecto: Principio de Bergmann: diversidad de tamaño en el género *Glyptonotus* (Crustacea: Isopoda).
Integrantes: Leonardo Guzmán y Gilmar Souza.
Profesora: Sally Heinz.

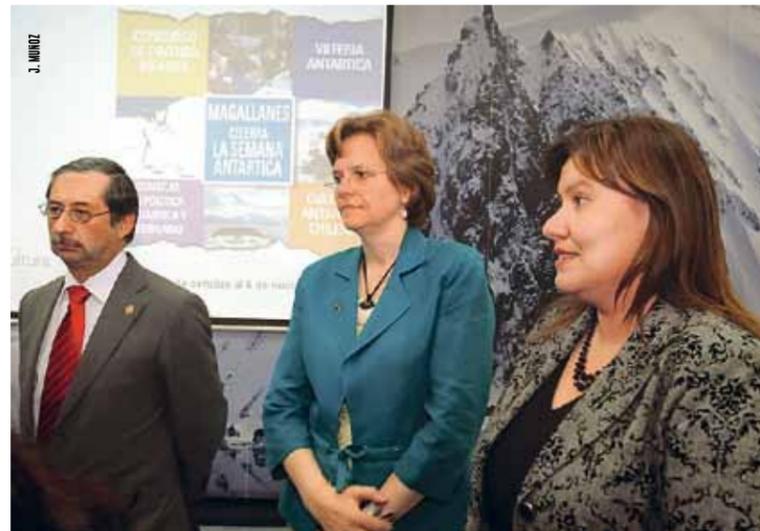
Segundo lugar, categoría bibliográfica

Colegio: Liceo Rector Abdón Andrade Coloma, La Unión.
Proyecto: *Euphausia superba*: el centro de la biodiversidad.
Integrantes: Julio Olivares y Felipe González.
Profesora: Lucía Monsalve.

Celebración del Día de la Antártica Chilena

Diversas actividades se prepararon este año para celebrar en una forma cada vez más participativa y amplia el Día de la Antártica Chilena (6 de noviembre) en Magallanes y el país. El programa fue presentado por la Intendente Liliana Kusanovic en el INACH señalando que "acercar la Antártica a los habitantes de Magallanes, hacerlos conscientes de nuestra naturaleza polar desarrollando instancias culturales, de información y actividad antártica, todo esto ayudará a potenciar una identidad que nos permitirá ser un referente mundial y un activo al momento de generar iniciativas de desarrollo regional".

Las actividades comenzaron el 31 de octubre con el Primer Concurso de Pintura Infantil "Crea tu sueño antártico", organizado por el Consejo Regional de la Cultura, en el mall Espacio Urbano. El 2 de noviembre se realizó la inauguración escolar de la Semana Antártica en el Liceo Luis Alberto Barrera. El 4 de noviembre comenzó la VII Feria Antártica Escolar (ver nota aparte), donde compitieron 26 delegaciones de todo el país por el premio de ir al Continente Blanco. A su vez, el día 5 en el Centro de Eventos del Hotel Dreams, tuvo lugar el seminario "Antártica, un Nuevo Norte para Magallanes", en el que participaron los presidentes de Chile y Ecuador (ver nota en Actividad Internacional).



La Intendente Liliana Kusanovic (al centro) durante la presentación de la Semana Antártica, acompañada del Seremi de Educación, Raúl Muñoz, y de la Directora Nacional (s) del INACH, Jimena Sardiña.

Muestra sobre Magallanes y Antártica en Centro de Extensión UC

Desde el 12 de noviembre hasta el 26 de enero de 2011 se exhibirá la exposición "Magallanes y la Antártica Chilena: territorio extremo", con imágenes de destacados fotógrafos nacionales que revelan la inmensidad de su paisaje y la infinitud de sus cielos. Asimismo, se realiza un breve recorrido histórico basado en textos de Mateo Martinic y se despliegan objetos claves traídos directamente de esta región y otras valiosas piezas patrimoniales de la colección del Museo Nacional de Historia Natural. El INACH colaboró en esta iniciativa, en conjunto con otras instituciones, como ENAP, la Wildlife Conservation Society y Methanex.



Chile organiza su más importante expedición científica antártica en 47 años de historia polar

En el año en que la comunidad antártica internacional conmemorará un siglo de la conquista del Polo Sur, Chile realizará la expedición científica más importante de sus 47 años de actividades antárticas. Con una inversión de 1.300 millones de pesos, aumentará en un 41% el número de proyectos en terreno en comparación al período 2009-2010, alcanzando un récord de 232 personas trabajando en el Continente Blanco, entre científicos, personal logístico y estudiantes. Son 34 proyectos en terreno los que se llevarán a cabo en la XLVII Expedición Científica Antártica (ECA 47), que organiza anualmente el INACH, y que se extenderá desde el 23 de noviembre hasta el 1 de marzo de 2011. Se llevarán a cabo investigaciones en el archipiélago Shetland del Sur, el extremo norte de la península Antártica y el mar de Weddell, además de bahía Paraíso, realizándose trabajos de muestreo en más de 20 áreas. Estos trabajos se realizan en el marco del Programa Nacional de Ciencia Antártica (PROCIEN), que en total reúne a 52 proyectos y que están agrupados en cuatro líneas de investigación: Relaciones entre Sudamérica y Antártica, Adaptaciones al medio antártico y sus biorrecursos, Abundancia y diversidad de organismos antárticos, y Calentamiento global y evolución del clima. El PROCIEN cuenta con siete fuentes de financiamiento orientadas a estudiantes de pre y postgrado y a investigadores de reconocida trayectoria, superando desde el año pasado en más de 1500% el financiamiento disponible hace cinco años.

El Dr. Javier Arata, Jefe del Departamento de Proyectos del INACH, destacó que de los 117 investigadores que trabajarán en terreno, 81 son chilenos, mientras que un tercio son extranjeros, provenientes de 13 países, principalmente de España, Francia, Alemania y Japón. Por otra parte, Arata valoró que 6 de los proyectos científicos del INACH recibirán apoyo para su ejecución de programas antárticos extranjeros, principalmente a través de los buques R/H Polarstern (Alemania) y Las Palmas (España), y el uso de las bases Gabriel de Castilla (España) y Arctowski (Polonia).



El 12 de noviembre fue presentada la publicación del PROCIEN 2011.

XXXVII Curso de "Introducción al Conocimiento Antártico"

En el salón del INACH se realizó el 22 de noviembre el curso "Introducción al Conocimiento Antártico" para las dotaciones de las Fuerzas Armadas destinadas a la Antártica. En esta ocasión se contó con casi 60 participantes. El Dr. Marcelo Leppe, Jefe del Dpto. Científico del INACH, uno de los expositores, recalzó la importancia que tienen las dotaciones de las Fuerzas Armadas en el trabajo actual de Chile en el Continente Blanco. "Su apoyo es fundamental para la Ciencia Antártica y para que una vez que regresen a sus lugares de origen, nos ayuden a dispersar la semilla antártica entre nuestros compatriotas: en la sociedad del conocimiento la soberanía no es sólo un acto presencial sino que se basa fuertemente en el conocimiento que tengamos de aquel territorio que sentimos como propio", afirmó Leppe.



Experiencia única viven estudiantes chilenos al trabajar en glaciar en Antártica

La Antártica es reconocida como un laboratorio natural de excepción y durante cuatro días también fue una sala de clases insuperable. Una delegación compuesta por 10 alumnos de enseñanza media y 4 profesores de Copiapó, Santiago, Concepción y La Unión participaron de un experimento sobre el estudio de la dinámica del domo glaciar Bellingshausen, junto a un investigador chileno y uno ruso, como parte de las actividades de la Expedición Antártica Escolar 2010, organizada por el INACH y la Fuerza Aérea de Chile (FACh). Los estudiantes, ganadores de la Feria Antártica Escolar (FAE) 2009, ascendieron por sobre los 260 metros de altura sobre el nivel del mar, en una travesía de 2 kilómetros, en el sector sureste del casquete de hielo de la isla Rey Jorge.

El único representante del norte del país en la expedición, Hernán Valencia, del Colegio San Agustín de Atacama (Copiapó), destacó que "fue una experiencia inolvidable conocer un lugar al que no es fácil llegar. Además, ahora sé qué quiero estudiar: Geología". En tanto, la estudiante Daniela Pérez, del Liceo N° 1 "Javiera Carrera" de Santiago, indicó que "conocer la Antártica me permitió descubrir un mundo lleno de ciencia y naturaleza, muy hermoso. Fue un honor estar entre los primeros alumnos que visitan el glaciar, donde siento que aprendí mucho de ciencia. Ahora quiero seguir una carrera científica relacionada con el medioambiente".

El Director de la FAE, Elías Barticevic, mencionó que con este tipo de actividades el INACH está promoviendo la colaboración entre científicos y maestros, y facilita la comprensión y el entendimiento de disciplinas científicas como la glaciología.



Lista de publicaciones (ISI) en ciencia antártica 2010

A continuación, presentamos la lista de publicaciones en ciencia antártica en las que han tenido participación investigadores chilenos o extranjeros asociados a centros de investigación nacionales. Esta lista ha sido generada usando como fuente la ISI WEB OF KNOWLEDGE.

| Autores | Título | Revista | Afiliación investigador nacional |
|--|--|--|---|
| Navarro, NP Mansilla, A Plastino, EM | WB radiation induces changes in the ultra-structure of <i>Iridaea cordata</i> | MICRON | Univ. de Magallanes y Univ. Sao Paulo |
| Souza, BWS Andrade, FK Teixeira, DIA Mansilla, A Freitas, ALP | Haemagglutinin of the antarctic seaweed <i>Georgiella confluens</i> Reinsch Kylin: isolation and partial characterization | POLAR BIOLOGY | Univ. de Magallanes |
| Navarro, NP Palacios, M Mansilla, A Jofré, J | Morphological and growth alterations on early development stages of <i>Iridaea cordata</i> (Rhodophyta) under different intensities of UVB radiation | REVISTA DE BIOLOGÍA MARINA Y OCEANOGRAFÍA | Univ. de Magallanes, Univ. de Chile y Univ. Sao Paulo |
| Mansilla, CAC Jenett, M Schunemann, K Winkelmann, J | Sub-ice topography in Patriot Hills, West Antarctica: first results of a newly developed high-resolution FM-CW radar system | JOURNAL OF GLACIOLOGY | Univ. de Magallanes y Cequa |
| Salazar, C Stinnesbeck, W Quinzio-Sinn, LA | Ammonites from the Maastrichtian (Upper Cretaceous) Quiriquina Formation in central Chile | NEUES JAHRBUCH FUR GEOLOGIE UND PALAONTOLOGIE-ABHANDLUNGEN | Univ. Heidelberg y Univ. de Concepción |
| Rivera, A Zamora, R Rada, C Walton, J Proctor, S | Glaciological investigations on Union Glacier, Ellsworth Mountains, West Antarctica | ANNALS OF GLACIOLOGY | CECS y Univ. de Chile |
| Wendt, J Rivera, A Wendt, A Bown, F Zamora, R Casassa, G Bravo, C | Recent ice-surface-elevation changes of Fleming Glacier in response to the removal of the Wordie Ice Shelf, Antarctic Peninsula | ANNALS OF GLACIOLOGY | CECS y Univ. de Chile |
| de Laat, ATJ van der A, RJ Allaart, VAF van Weele, M Benítez, GC Casiccia, C Leme, NMP Quel, E Salvador, J Wolfram, E | Extreme sunbathing: Three weeks of small total O-3 columns and high W radiation over the southern tip of South America during the 2009 Antarctic O-3 hole season | GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS | Univ. de Magallanes |
| Hervé, F Calderon, M Fanning, CM Kraus, S Pankhurst, RJ | SHRIMP chronology of the Magallanes Basin basement, Tierra del Fuego: Cambrian plutonism and Permian high-grade metamorphism | ANDEAN GEOLOGY | INACH y Univ. de Chile |
| Sepúlveda, FA Palma-Heldt, S Hervé, F Fanning, CM | Permian depositional age of metaturbidites of the Duque de York Complex, southern Chile: U-Pb SHRIMP data and palynology | ANDEAN GEOLOGY | Sernageomin, Univ. de Concepción y Univ. de Chile |
| Vilvens, C Sellanes, J | Description of <i>Calliotropis ceciliae</i> new species (Gastropoda: Chilodontidae: Calliotropinae) from off Chile | NAUTILUS | Univ. Católica del Norte y Univ. de Concepción |
| Charpentier, J Farias, L Pizarro, O | Nitrous oxide fluxes in the central and eastern South Pacific | GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES | Univ. de Concepción |
| Bascuñán-Godoy, L García-Plazaola, JI Bravo, LA Corcuera, LJ | Leaf functional and micro-morphological photoprotective attributes in two ecotypes of <i>Colobanthus quitensis</i> from the Andes and Maritime Antarctic | POLAR BIOLOGY | Univ. de Concepción y Univ. de La Serena |
| Pastene, LA Acevedo, J Goto, M Zerbini, AN Acuña, P Aguayo-Lobo, A | Population structure and possible migratory links of common minke whales, <i>Balaenoptera acutorostrata</i> , in the Southern Hemisphere | CONSERVATION GENETICS | Cequa, INACH e Inst. Cetacean Res. |

| | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
| González-Wevar, CA Nakano, T Cañete, JI Poulin, E | Molecular phylogeny and historical biogeography of <i>Nacella</i> (Patellogastropoda: Nacellidae) in the Southern Ocean | MOLECULAR PHYLOGENETICS AND EVOLUTION | Univ. de Chile y Univ. de Magallanes |
| Blockeel, TL Bednarek-Ochyra, H Cykowska, B Ochyra, R Duzenli, A Ezer, T Holyoak, DT Hugonnot, V Kara, R Larraín, J Lebouvier, M Preston, CD Schafer-Verwimp, A Smith, VR Spitale, D Stefanut, S Vana, J Ellis, L | New national and regional bryophyte records | JOURNAL OF BRYOLOGY | Univ. de Concepción |
| Aldea, C Troncoso, JS | Remarks on the genus trophon (s.l.) montfort, 1810 (mollusca: gastropoda: muricidae) in the Southern Ocean and adjacent areas | THALASSAS | Cequa y Univ. Vigo |
| Zamora, P Rasmussen, S Pardo, A Prieto, H Zúñiga, GE | Antioxidant responses of in vitro shoots of <i>Deschampsia antarctica</i> to polyethylene glycol treatment | ANTARCTIC SCIENCE | Univ. de Santiago e INIA |
| Casanova-Katny, MA Zúñiga, GE Corcuera, LJ Bravo, L Alberdi, M | <i>Deschampsia antarctica</i> Desv. primary photochemistry performs differently in plants grown in the field and laboratory | POLAR BIOLOGY | Univ. Austral, Univ. de Concepción y Univ. de Santiago |
| Giesecke, R González, HE Bathmann, U | The role of the chaetognath <i>Sagitta gazellae</i> in the vertical carbon flux of the Southern Ocean | POLAR BIOLOGY | Univ. de Concepción y Univ. Austral |
| Suárez, M De La Cruz, R Bell, M Demant, A | Cretaceous slab segmentation in southwestern Gondwana | GEOLOGICAL MAGAZINE | Sernageomin |
| Ardelan, MV Holm-Hansen, O Hewes, CD Reiss, CS Silva, NS | Natural iron enrichment around the Antarctic Peninsula in the Southern Ocean | BIOGEOSCIENCES | Pontificia Univ. Católica de Valparaíso |
| Pearson, M Stehberg, R Zarankin, A Senatore, MX Gatica, C | Conserving the oldest historic sites in the Antarctic: the challenges in managing the sealing sites in the South Shetland Islands | POLAR RECORD | Museo Nacional de Historia Natural |

ANTÁRTICA

UN NUEVO NORTE PARA LA CIENCIA CHILENA

CONCURSOS DE CIENCIA ANTÁRTICA

| PROGRAMA | APERTURA | |
|--|---------------------------------------|--|
| Programa Regular de Concursos INACH (Terreno y Gabinete) | 11 de abril | www.inach.gob.cl |
| Programa de Apoyo a Tesis de Pre y Postgrado en Temas Antárticos | 1 de junio | www.inach.gob.cl |
| Programa de Colaboración INACH-Fondecyt <i>Postdoctorado</i> <i>Iniciación</i> <i>Regular</i> | 4 de abril 4 de abril 4 de mayo | www.fondecyt.cl |
| Programa de Investigación Asociativa (PIA) - Conicyt | Por definir | www.conicyt.cl |



Javier Canales Mayorga (Punta Arenas, 1968)

Licenciatura en Bellas Artes, Universidad Arcis, Santiago.
Talleres de Cerámica Gres, Raku y Vitro fusión. Argentina

Mi relación con el medio natural ha sido una referencia constante y directa en mi obra. Sus texturas, colores, olores de alguna manera aparecen no sólo en su forma, sino también en el concepto, generando una relación de valoración más profunda con el medioambiente, desarrollando los vínculos entre arte contemporáneo, naturaleza y paisaje.

Contacto
javiercanales2000@gmail.com



La portada

El cambio climático afecta directamente a los seres vivos, influenciando su evolución, cambiando y modelando el paisaje natural. La representación del continente antártico en una técnica antiquísima como lo es la cerámica, en su largo proceso de creación desde el modelado, secado, cocido, esmaltado a 1.015 grados y su reducción, crean una relación directa del proceso natural físico, que al ser enfrentado a cambios de temperatura, se transforma, dejando en evidencia su fragilidad.

Técnica: Cerámica Raku - 1.015 grados. Pasta Gres, óxidos, esmaltes, reducción.

Formato: 0.36 x 0.37 x 0.5 cm.

Año: Diciembre de 2010.

Fe de Errata

En la lámina educativa sobre Biodiversidad Antártica, distribuida en nuestro número anterior, se cometió un error en la descripción de la Diatomea. Donde dice "presencia de una membrana celular que puede estar impregnada de sales calcáreas (...)", debe decir "presencia de una cubierta o 'teca' de sílice (material del que se compone el vidrio) formada por dos partes que se unen como las piezas de una caja, con una gran diversidad de formas". Agradecemos a la Dra. Paulina Uribe la enmienda de este error.

El Editor.



INACH
Ministerio de
Relaciones
Exteriores

Gobierno de Chile

