



BACH

BOLETÍN ANTÁRTICO CHILENO

Vol. 36 Nº1 2017

p.12

25 días recorriendo
la península Antártica

p.16

Centro IDEAL:
El desafío de medir los
impactos del cambio
global en los ecosistemas
marinos antárticos

p.34

Lista de publicaciones
(WOS ISI) en ciencia
antártica 2016

**Ciencia más allá
del CÍRCULO
POLAR ANTÁRTICO**

p.06

ISSN 0716-0763

03

EDITORIAL

05

AVANCES DE LA CIENCIA ANTÁRTICA

- 06 Ciencia más allá del círculo polar antártico
- 12 25 días recorriendo la península Antártica
- 16 Centro IDEAL: El desafío de medir los impactos del cambio global en los ecosistemas marinos antárticos
- 20 Contaminación en la Antártica
- 22 Actinobacterias: Biomonitorio a partir de las excretas de pingüinos

24

KIMMOA



- 26 Ciencia
- 29 Política Antártica Nacional
- 30 Educación
- 31 Panorama Internacional
- 33 Arte, Cultura y Ciudadanía

34

LISTA DE PUBLICACIONES (WOS ISI) EN CIENCIA ANTÁRTICA 2016

DIRECTOR Y REPRESENTANTE LEGAL
José Retamales E.

EDITOR
Reiner Canales
(E-mail: rcanales@inach.cl)

ASESORES CIENTÍFICOS
Marcelo González
Marcelo Leppe
Lorena Rebolledo
Pamela Santibáñez

REDACCIÓN
Harry Díaz
Sebastián Ampuero

DIRECCIÓN DE ARTE
Pablo Ruiz Teneb

DISEÑO / DIAGRAMACIÓN
Pablo Ruiz / INACH
Luis Rojas / Negro
Paulina Reyes / Negro

DIRECCIÓN
Instituto Antártico Chileno
Plaza Muñoz Gamero 1055
Punta Arenas - Chile
Fono: 56-61-2298100
Fax: 56-61-2298149
email: inach@inach.cl

REDES SOCIALES
Facebook: <https://www.facebook.com/inach.gob/>
Twitter: @inach_gob

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 1.500 ejemplares, de distribución gratuita.

Ciencia antártica: una oportunidad y una obligación para Chile

Dr. José Retamales
Director Nacional
Instituto Antártico Chileno

F. TRUEBA / EFE



Este 11 de julio de 2017 el mundo se despertó alarmado: un témpano inmenso, de 5.800 km², una superficie equivalente a 35 islas de Pascua, se desprendía de la plataforma de hielo marino Larsen C para navegar en el mar de Weddell, al oriente de la Tierra de O'Higgins.

El tiempo nos dirá qué rumbo escoge este gigante del mar, pero es probable que desaparezca gradual y silenciosamente, sin el asombro que rodeó su espectacular nacimiento. La Antártica es un gran continente, casi 14 millones de km². América del Sur no es mucho mayor, con 17,8 millones de km².

A-68, como fue bautizado, nos mostró una vez más el interés que la Antártica despierta en el mundo. El Centro Antártico Internacional, en etapa de diseño, nos dará la oportunidad de responder a esta y otras inquietudes, en sus áreas de investigación e interactiva. Ofrecerá los elementos de alto costo que los investigadores necesitan para desarrollar sus proyectos y estimulará una apropiación ciudadana del conocimiento antártico mediante el diseño de experiencias significativas, lúdicas y atractivas. Buscará otorgar valor público a la relación histórica de Magallanes con el Continente Blanco, mediante escenarios, objetos, fenómenos, metáforas y sonidos que permitan a los visitantes conocer y vivir la experiencia polar.

Millones de años de confinamiento y presiones de selección extremas han desembocado en expresiones únicas de la evolución en la Antártica y también en nuestra Patagonia. Sin embargo, el mundo está cambiando, y con ello cambiarán la biota y los ecosistemas australes. Seremos testigos de las respuestas biológicas que desarrollen los organismos australes, bajo las premisas de ciencia de calidad, internacional, colaborativa y multidisciplinaria.

Este número del BACH nos anticipa lo que será ese Centro Antártico Internacional. En "La ciencia más allá del círculo polar antártico" se resume cómo 10 nacionalidades trabajaron unidas en el afán del conocimiento, navegando en el rompehielos *Viel* más allá del círculo polar (31 Chile, cuatro China, tres Francia, tres Estados Unidos, dos Brasil, dos España, uno Canadá, uno Holanda, uno Suiza y uno Malta).

Por su parte, en "25 días recorriendo la península Antártica" se nos habla de bacterias, compuestos microbianos, medioambiente y parásitos y el comandante Edgardo Acevedo y la Dra. Pamela Santibáñez nos cuentan cómo movilizaron nada menos que 24 grupos de investigación en el transporte *Aquiles*, cumpliendo con los objetivos trazados en una atmósfera internacional muy similar a la del *Viel*.

Completa el número un breve resumen de una intensa primera campaña de 23 científicos del Centro IDEAL, un artículo de investigadores de la Universidad de Concepción sobre contaminación en la Antártica y otro sobre actinobacterias de investigadores de la Universidad de la Frontera.

Kimmoa no hace sino reforzar el carácter internacional del Chile Antártico de hoy, con fotografías de científicos y eventos de Holanda, Colombia, Brasil, Ecuador, Dinamarca, Corea del Sur, Japón, China, Estados Unidos, Suiza y Turquía.

Alcanzar los objetivos de colaboración internacional que demanda el Tratado no es fácil: los 30 Programas Antárticos Nacionales de COMNAP hablan 20 idiomas diferentes, tienen distintas responsabilidades y formas de resolver, con una logística compleja, presupuestos ajustados y variados procesos y tiempos de selección de la ciencia. Sin embargo, es claro que los países-puente, como el nuestro, tienen más oportunidades de lograrlo.

Lo estamos haciendo.



A photograph of a red and black inflatable research boat on the water in Antarctica. The boat has a person in a bright yellow jacket on board. In the background, there are large, blue-tinted icebergs under a cloudy sky. The entire image is framed by a white border.


AVANCES DE LA **CIENCIA** **ANTÁRTICA**



Reiner Canales
INACH
rcanales@inach.cl

Ciencia más allá del círculo polar antártico

Tras dos semanas de intenso trabajo en terreno, el 25 de enero regresaron a Punta Arenas los integrantes de una de las etapas más importantes de la Expedición Científica Antártica 53, quienes llegaron más allá del círculo polar a bordo del rompehielos “Óscar Viel”, de la Armada de Chile. Esta campaña fue coordinada por el INACH y contó con siete grupos de investigación, tres equipos logísticos y parte de los integrantes de la Tercera Expedición Antártica Conjunta Sino-Chilena.



Sol de medianoche en bahía Margarita,
más allá del círculo polar antártico.
FOTOGRAFÍA: R. CANALES

“Pudimos llegar hasta bahía Margarita, que está dentro del círculo polar antártico y donde hay 24 horas de luz solar, lo que facilitó enormemente nuestro trabajo. La satisfacción es mayor al constatar que la apertura de nuevos espacios para la ciencia polar está siendo aprovechada por investigadores del más alto nivel”, dice con satisfacción el Dr. José Retamales, director del INACH y coordinador científico de la campaña que llevó a científicos del Programa Nacional de Ciencia Antártica más allá del círculo polar. En las bases Guillermo Mann (62° latitud Sur, isla Livingston), Yelcho (64,9° latitud Sur, isla Doumer) y Carvajal (67° latitud Sur, isla Adelaida) se pudo transportar y poner en servicio nuevos botes científicos y alcanzar todos los puntos de muestreo requeridos por los investigadores en zonas separadas por casi 1.000 km de distancia. También se descargaron materiales de construcción y trasladaron grupos logísticos que trabajaron durante esta temporada en mejoras de las instalaciones ya existentes en estas bases.

En busca de superverduras “antárticas”

Rómulo Oses pertenece al Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y su proyecto, financiado por Fondecyt e INACH, como casi todos los estudios que participaron en esta campaña, está evaluando el efecto de los hongos que existen al interior (endófitos) de las plantas en la Antártica. Estas viven en un ambiente extremo y es importante conocer sus respuestas fisiológicas y bioquímicas bajo las condiciones actuales y, en este contexto, saber si los hongos endófitos ayudan o no a su supervivencia. Oses, además, generaría una proyección de qué le podría ocurrir a la relación entre el hongo y la planta, que hoy es benéfica, en un escenario futuro afectado por el cambio climático.

Él colectó numerosas muestras del pasto y del clavelito antárticos (*Deschampsia antarctica* y *Colobanthus quitensis*, respectivamente), incluso en una latitud tan alta como la de bahía Margarita, en conjunto con la Dra. Elisabeth Biersma, del British Antarctic Survey, quien colabora con el Dr. Marco Molina, de la Universidad de Talca. “El escenario antártico tiene similitudes con el desierto del norte de Chile. Yo estoy interesado en cómo las plantas sobrellevan la sequía. En la Antártica ocurre que, a pesar de que estamos rodeados de agua potencial en términos de hielo y nieve, esta agua no está disponible y eso es un punto importante, porque en la práctica opera como si fuera una sequía o déficit hídrico”, afirma Oses. Por ello, los mecanismos de respuesta de estas plantas podrían ser aplicados a otros ambientes extremos, tarea en la que ya tienen resultados positivos, por ejemplo, con cultivos de lechuga y quínoa, donde en este último caso la planta alcanza los niveles comerciales con mucho menos agua de la que normalmente necesita.

Por su parte, Silvia Murcia investiga junto a Andrés Mansilla (Universidad de Magallanes) los nichos ecológicos de las macroalgas. “Nos interesa comparar, entre la Región de Magallanes y la península Antártica, cómo cambian algunas especies y cómo se diferencia su ecofisiología, fisiología, tasas fotosintéticas, hábitat que ocupan y la genética de algunos grupos de algas en particular, en el marco de una gran heterogeneidad ambiental, porque encontramos desde zonas influenciadas por glaciares hasta zonas de canales y fiordos en la región, subantártica, zonas expuestas a una intensidad de luz mucho mayor a la que encontraríamos en cualquier otra región y todas esas adaptaciones nos interesan”, precisa la investigadora.

Este grupo ya ha analizado los pigmentos de algas pardas a lo largo del gradiente que va desde las Shetland del Sur hasta bahía Margarita y observaron diferencias notables que se pueden relacionar con la tasa fotosintética y la cantidad de luz que reciben, y con la radiación solar y la salinidad del agua. Que estas algas hayan podido adaptarse a ambientes donde pasan

Rómulo Oses y Elisabeth Biersma analizando una muestra de pasto antártico (*Deschampsia antarctica*) encontrada en bahía Paraíso.
FOTOGRAFÍA: R. CANALES



largas temporadas de muy poca luz, con temperaturas extremadamente frías y sometidas a altas intensidades de radiación solar, permite pensar que estos pigmentos las protegen y pueden ser eventualmente utilizados en la creación de fotoprotectores para el ser humano.

Pingüinos, vestidos de gala para enfrentar el cambio climático

Juliana Vianna (Pontificia Universidad Católica de Chile) sigue la adaptación y genética de poblaciones en tres especies de pingüinos del género *Pygoscelis*: papúa (*P. papua*), de barbijo (*P. antarctica*) y Adelia (*P. adeliae*). El papúa es un pingüino más bien subantártico, pero que está expandiendo su presencia debido al cambio climático. En cuanto al pingüino de barbijo y Adelia, sus poblaciones están disminuyendo y contrayéndose, principalmente en la Península.

Juliana y su equipo quieren saber si, desde el punto de vista genético, estas especies están preparadas para hacer frente o no al cambio climático. Han observado que existe mucha diversidad en los genes relacionados con la termorregulación en las diferentes especies de pingüinos, “pero el Adelia no tiene diversidad en genes relacionados a la respuesta al calor, pero sí alta diversidad en

Dra. Juliana Vianna (a la derecha) midiendo un ejemplar de pingüino Adelia, en la isla Avian. La acompañan Rafael Medina y Gisele Dantas. Al fondo se observa un glaciar cercano a la base Carvajal.
FOTOGRAFÍA: R. CANALES



relación al frío, o sea, puede responder a fríos extremos, pero desde el punto de vista genético no puede responder de la misma manera al calor”. Esto, sin dejar de considerar, por cierto, que hay otros factores, como los ecológicos o la disponibilidad de alimento (por ejemplo, kril), que pueden influir en la suerte de una población determinada.

De la misma universidad, Rafael Medina encabezó un grupo de investigación que empezó el primer año de un proyecto financiado por el INACH buscando indicios de influenza aviar en pingüinos y otras aves.

¿Grietas en el cinturón de frío del océano Austral?

Antártica y Sudamérica. Dos masas continentales que en el pasado estuvieron unidas y que hoy dejan correr entre sí un cinturón de agua fría –la corriente circumpolar antártica–, separando de esta manera el desarrollo de la vida en ambos lados.

Claudio González, por medio del análisis y comparación de especies congénicas de moluscos en ambos continentes, está determinando los tiempos y ritmos de la separación de la fauna marina en el océano Austral. Claudio quiere saber si la separación de las distintas especies o linajes evolutivos se asocia a procesos vicariantes por causa de tectónica de placas (separación geográfica de poblaciones) o si son procesos derivados de eventos más recientes, como puede ser la intensificación de la corriente circumpolar y otros aspectos relacionados con la oceanografía más que con la geología.

El joven investigador de la Universidad de Magallanes ha realizado muestreos intermareales a distintas latitudes: una zona norte (bahía Fildes y punta Hannah), una zona central (cerca de la base Yelcho) y una zona sur (cerca de la base Carvajal). Confiesa que a pesar de llevar 10 años trabajando en la Antártica, “es la primera vez que tengo la posibilidad de hacer un viaje tan al sur y ha sido una experien-



Claudio González y Sebastián Rosenfeld colectando pequeños moluscos en una zona intermareal de la bahía Paraíso.

FOTOGRAFÍA: R. CANALES

cia fantástica. Estoy muy agradecido con el INACH y agradecido con todos, compañeros y personas a bordo del *Viel*. Hemos logrado todos los objetivos que nos habíamos planteado, por lo tanto, nos marchamos con una sonrisa y muy agradecidos”.

También con una sonrisa de oreja a oreja está Claudia Maturana (Universidad de Chile). Encontró copépodos en cuerpos de agua dulce, abriendo una interesante discusión sobre la razón de por qué están ahí: si llegaron desde Sudamérica e islas subantárticas o si lograron sobrevivir a los diversos ciclos glaciales que ha experimentado la Antártica en su larguísima historia natural.

Boeckella poppei es un copépodo cuyo interés biogeográfico radica principalmente en que tiene una distribución amplia: Antártica oriental, península Antártica, islas Shetland del Sur, islas subantárticas y en Patagonia. Claudia está recolectando muestras de distintas poblaciones en distintas ubicaciones geográficas, para ver cuál es su diversidad genética, ver las diferencias que existen entre po-

blaciones, si es que existen, y en base a eso formular un escenario biogeográfico con el que se podría afirmar si sobrevivió la última glaciación en la Antártica, hace 20.000 años, o si se extinguió, como mucha de la vida terrestre polar.

En este caso, la distribución actual sería explicada por una recolonización desde latitudes menores, es decir, desde las islas subantárticas y sur de Patagonia, lo que sería confirmado a través de análisis molecular, principalmente.

“En isla Rey Jorge fue excelente; tengo como seis puntos de muestreo. En la Península fue más difícil, porque hay mucho glaciar y yo estoy buscando cuerpos de agua dulce en tierra, en zonas no glaciadas, y ahí revisamos varios puntos: en base Yelcho, nada, pero lo que me hace sentir más satisfecha es que las zonas de latitudes más altas, como en isla Avian o isla Herradura, en bahía Margarita, encontramos copépodos. Esto nos permite hacer análisis más robustos, con conclusiones más interesantes y el desafío que implica explorar una zona donde no sabíamos nada y encontrar”, cuenta Claudia, quien está realizando su proyecto doctoral con financiamiento del INACH.

Esta campaña no solo sirvió para el trabajo en terreno de los investigadores; también se transportaron tres equipos logísticos que implementarán mejoras y reparaciones en las bases Guillermo Mann y Yelcho y construirán un laboratorio anexo a la base Carvajal, todas ellas localizadas en sitios estratégicos para la ciencia polar, sobre todo en biología marina.

Claudia Maturana buscando copépodos en un cuerpo de agua dulce de la isla Avian, en el sector de bahía Margarita. Sus hallazgos de estos pequeños crustáceos son los primeros que se conocen en esta zona.

FOTOGRAFÍA: R. CANALES





Tercera Expedición Antártica Conjunta Sino-Chilena

Tres oceanógrafos chinos, del Tercer Instituto de Oceanografía (TIO) de la ciudad de Xiamen, dirigidos por el Dr. Chen Jian, jefe de Relaciones Internacionales de ese instituto, completaron su segundo año de trabajo conjunto con el INACH, ahora en Yelcho. Además, el Dr. Guo Ji, de la Universidad Normal de Beijing, acompañó toda la expedición evaluando posibles acciones futuras de cooperación. Otras etapas de este trabajo colaborativo con China se llevaron a cabo desde la base Escudero, de INACH, y se realizaron a bordo del transporte *Aguiles*. Esta vez, los actores son los científicos de la Academia China de Geología, dirigidos por el Dr. Zhao Yue.

Cabe destacar el apoyo brindado por el buque AP-46 "Almirante Óscar Viel", comandado por el CN Pablo Sepúlveda, para quien la evaluación de esta campaña es completamente exitosa en términos de que se hizo todo lo que estaba pensado hacer desde un comienzo y más: "En la Antártica no siempre se puede cumplir con todo, producto de que uno está a merced de las condiciones meteorológicas y respecto de eso fuimos muy afortunados, porque tuvimos muy buenas condiciones, lo cual permitió hacer todo lo propuesto".

Efectivamente, la navegación desde la isla Doumer (64° 52' S) hacia el sur fue excelente, con días y noches plenos de luz, vientos que no superaron los 19 nudos, temperaturas que solo fluctuaban entre los -2 y 1 °C y con un mar que muchas veces parecía un suave espejo líquido, con petreles gigantes y cormoranes imperiales reflejándose en él. Isla Adelaida, la puerta a la enorme bahía Margarita, bajo los 68° de latitud Sur, recibió a los expedicionarios con su más bella cara, un lugar que de seguro será estudiado por más científicos que tendrán entonces en los laboratorios de Carvajal un centro de operaciones vital para este avance de la ciencia polar hacia el sur.

PÁGINA ANTERIOR De espaldas, el ing. Pablo Espinoza (INACH), coordinador logístico de la campaña en el rompehielos *Viel*, que se aprecia en el fondo, en la bahía Sur, cerca de la base Yelcho.

FOTOGRAFÍA: R. CANALES

Vista nocturna de la base Carvajal, donde en este verano el INACH construyó dos laboratorios, que están a disposición de los investigadores durante la próxima temporada.

FOTOGRAFÍA: R. CANALES



Los integrantes de la Tercera Expedición Antártica Conjunta Sino-Chilena, y Dr. José Retamales, director del INACH, junto al jefe de base Yelcho, Dr. César Cárdenas.

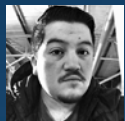
FOTOGRAFÍA: R. CANALES



Dr. José Retamales, director de INACH y coordinador científico de esta campaña.

FOTOGRAFÍA: R. CANALES





Harry Díaz
INACH
hdiaz@inach.cl

25 días recorriendo la península Antártica

El AP-41 *Aquiles*, de la Armada de Chile, fue el centro de operaciones de una etapa vital de la ECA 53, una de las más grandes organizadas por el país en el Continente Blanco. Se desplegó toda la logística en la zona norte de la península Antártica, para que los profesionales de la ciencia pudieran efectuar sin ningún problema sus muestreos y todo su trabajo en terreno.





Investigadores, logísticos y periodistas a bordo del buque AP-41 *Aquiles*
FOTOGRAFÍA: H. DÍAZ

Durante esta etapa de la ECA 53, los científicos pudieron llegar hasta bahía Fildes (base “Profesor Julio Escudero”, villa Las Estrellas), bahía Almirantazgo (bases “Copacabana”, “Arctowski”, “Machu Picchu”), Isla Greenwich (base “Maldonado”, base “Arturo Prat”), rada Covadonga (base “O’Higgins”), isla Doumer (base “Yelcho”), isla Decepción e isla Livingston (punta Hannah, cabo Shirreff, península Byers).

En busca de compuestos microbianos

“Búsqueda y caracterización de compuestos antimicrobianos y determinantes de resistencia a antibióticos presentes en bacterias del suelo antártico”, ese es el nombre del proyecto del Dr. Andrés Marcoleta, quien, además, es ingeniero en biotecnología molecular de la Universidad de Chile. El proyecto, financiado por INACH, le permitió al investigador visitar distintos sectores de la península Antártica.

“Tratamos de aislar las bacterias del suelo, por lo que en cada sitio muestreamos dos lugares distintos, sitios que se encuentren lo más cercano a asentamientos humanos (intervenidos) y lugares que estén lo más prístinos posibles. Una parte de este proyecto tiene que ver con aislar nuevos antibióticos, ya que hoy en día estamos en una crisis

de los antibióticos. Los que hemos desarrollado a lo largo de estos últimos años ya no son efectivos, porque las bacterias aprenden a sobrevivir a esos antibióticos y se traspasan información genética que les permite resistir”, añade Marcoleta.

Además, el investigador apuntó que se sabe por distintos estudios que la mayor abundancia de microorganismos que producen los antibióticos y que son los que ellos andan buscando se encuentran en las primeras capas de tierra (los primeros 30 centímetros aprox.)

“Lo primero que haremos cuando lleguemos a Santiago es que a partir de este suelo muestreado, mezclarlo con ciertos medios de cultivo que contienen nutrientes necesarios para que los microorganismos crezcan y así poder recuperar otros organismos también. La idea es poder replicar en los laboratorios los microorganismos que se encontraban viviendo naturalmente en la Antártica”, apuntó Marcoleta.

Dr. Andrés Marcoleta, en cercanías de base “Arturo Prat”.
FOTOGRAFÍA: H. DÍAZ



PÁGINA ANTERIOR El logístico del INACH, Pablo Espinoza, junto a los investigadores Felipe Simoes y Claudia Maturana, en isla Decepción.
FOTOGRAFÍA: H. DÍAZ

Xenobióticos en las islas Shetland del Sur

Para efectuar una línea base de la presencia antrópica y de cómo esta influye en los contaminantes, además de medir los niveles ambientales de xenobióticos (compuestos sintetizados en laboratorios), se trasladó hasta las islas Shetland del Sur el grupo liderado por la doctora en ciencias ambientales de la Universidad de Concepción Mónica Montory, junto a su proyecto “Niveles ambientales de xenobióticos presentes en islas Shetland del Sur”, también financiado por INACH.

La bioquímica comentó que “muestreamos donde existe una mayor cantidad de personas e impacto humano, además de otro sitio donde la cantidad de impacto sea mucho menor, para luego de esto efectuar la línea base que nos permita establecer parámetros”.

Montory señaló que la idea básica fue extraer muestras solo desde matrices abióticas, enfocándose principalmente en el agua, suelo, nieve y líquenes, donde se sabe que estos últimos son muy buenos bioindicadores de hidrocarburos aromáticos.

“En la Antártica y la naturaleza en general, nada queda al azar. Todo lo que observamos tiene un porqué. Nuestro ecosistema es muy frágil y sabemos que nuestra presencia está afectando día a día a la Antártica, no obstante, los efectos no son inmediatos, sino que los veremos en un tiempo más”, explicó Montory. La investigadora declaró que existen estudios internacionales similares a los que están llevando a cabo, pero en Chile no existe ninguno que tenga esta información.

En busca de los compuestos azufrados

“El rol de los compuestos volátiles de azufre emitidos por bacterias antárticas en la biosíntesis de quantum dot”, ese es el nombre del proyecto de la biotecnóloga de la Universidad de la Frontera, Carla Gallardo.

La idea principal de la investigadora en esta etapa recorriendo la península Antártica fue muestrear suelo, sedimento, hielo y nieve. “Busco bacterias que emitan la mayor cantidad de compuestos volátiles azufrados, como lo fue isla Decepción, que es un lugar de muchos cráteres. Luego de esta extracción de muestras se efectuará una selección de las bacterias que liberen una mayor cantidad de compuestos de azufre. Hay que resaltar la gran importancia de los compuestos azufrados para la formación de nanopartículas”, afirma la investigadora. Este proyecto corresponde a una tesis de doctorado financiada por INACH.

Clasificando parásitos con código de barras genético

La Dra. Leyla Cárdenas (Universidad Austral de Chile) llegó hasta el Continente Blanco durante esta campaña marítima de la ECA 53 para trabajar en el proyecto “Código de barras genético como herramienta para describir la biodiversidad de parásitos en invertebrados marinos”.

“Tenemos como gran objetivo realizar un código de barras para identificar parásitos de invertebrados marinos. La información que existe en la Antártica sobre parásitos en invertebrados es prácticamente nula. Queremos contar con un

Carla Gallardo extrayendo muestras desde isla Greenwich.
FOTOGRAFÍA: H. DÍAZ



set de genes que nos permita obtener esa información. Creemos que la biodiversidad debe estar almacenada y es por esta razón que buscamos invertebrados marinos, ya que se comportan como hospedadores intermediarios de parásitos relacionados con aves, ballenas y peces”, dice la Dra. Cárdenas.

La investigadora apunta que los parásitos son organismos que viven sobre o adentro de otros. “Nosotros, cuando trabajamos en terreno, no estamos viendo los parásitos, solo estamos observando a su hospedador (gasterópodos, bivalvos), sin saber si está infectado o no. Ese resultado se sabrá hasta que se efectúe el análisis final en laboratorio. Se recolecta un número alto (200 individuos por especie) de hospedadores, que nos asegure tener una cantidad mínima de parásitos para ser trabajados. La investigadora permaneció con su grupo de trabajo alrededor de 10 días en base “O’Higgins” y otros 15 días en base “Yelcho”.

El comandante del AP-41 *Aquiles*, el Capitán de Fragata Edgardo Acevedo, resaltó que se pudieron completar todos los objetivos trazados inicialmente.

La coordinadora científica de esta etapa a bordo del *Aquiles* fue la bióloga marina y experta en criosfera del INACH, Pamela Santibáñez, quien estuvo presente en cada momento para que las prospecciones pudiesen llegar a buen término. La profesional señala que en total el transporte naval movilizó a 24 grupos de investigación, cumpliéndose todo el plan de trabajo inicial. Los científicos fueron trasladados hasta distintos campamentos, bases o puntos de interés científico en el territorio antártico.



Dra. Mónica Montory junto a Mariela Gómez (estudiante de pregrado) en isla Decepción.

FOTOGRAFÍA: H. DÍAZ

Lago Cráter, isla Decepción.

FOTOGRAFÍA: H. DÍAZ





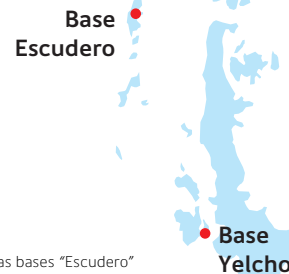
Carla Firmani, Lorenzo Palma y Andrea Navarro
CENTRO IDEAL
carla.firmani@uach.cl

Centro IDEAL

El desafío de medir los impactos del cambio global en los ecosistemas marinos antárticos

A un año de creado y tras realizar su primera campaña antártica durante enero y febrero de 2017, el Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL) ya vislumbra sus primeros resultados y el desafío del largo camino que queda por recorrer. Su principal objetivo es medir los impactos del cambio global sobre la productividad de los ecosistemas marinos en las regiones antártica y subantártica, y sus implicancias para las sociedades que dependen de ellos.





Se indican las bases "Escudero" y "Yelcho", donde se realizaron transectas oceanográficas para analizar la distribución de parámetros físicos y químicos en las bahías Fildes y South, respectivamente.

La Antártica y la Patagonia chilena son áreas vulnerables al cambio global y, por lo mismo, han sido definidas como áreas prioritarias a estudiar en Chile. Así surge el Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), un centro multidisciplinario financiado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), a través de su programa de FON-DAP, el que, además, cuenta con el apoyo y financiamiento logístico del INACH. "Durante los últimos 25 años, en la Universidad Austral de Chile ha habido investigadores ligados a la investigación polar o antártica", señala el Dr. Humberto González, director del Centro IDEAL. "Siempre tuvimos la inquietud, y cuando se dio la posibilidad de que Chile pudiera hacer un llamado para trabajar en estas zonas prioritarias, inmediatamente renació ese viejo amor por la Antártica. Nos juntamos aquellos investigadores que compartíamos esa impronta, junto a otros que no habiendo trabajado antes en áreas polares, les interesaba el desafío para poder hacer una contribución al país".

El Centro IDEAL tiene como principal objetivo medir y comprender los impactos de los estresores ambientales que provoca el cambio global, como son el incremento de la temperatura (calentamiento), la disminución del pH (acidificación), la disminución de la salinidad y la radiación UV, entre otros, sobre la productividad de los ecosistemas marinos en las regiones antártica y subantártica, y cómo estos cambios pueden afectar a las sociedades que dependen de ellos.

En este centro multidisciplinario convergen investigadores del más alto nivel de la Universidad Austral de Chile (UACH), de la Universidad de Concepción (UdeC) y del Centro de Estudios del Cuaternario, Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA). También participan investigadores del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) en Coyhaique y el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).

A nivel internacional, trabaja en colaboración con investigadores de la Institución Sripps y el Centro de Oceanografía Física Costera (CCPO), ambos de Estados Unidos; el Instituto de Investigaciones Polares de Corea (KOPRI) y el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) de Ushuaia, en Argentina. En Alemania, el Instituto Alfred Wegener para Investigaciones Polares y Marinas (AWI) es su institución socia.

Los primeros pasos

Durante enero y febrero de 2017, un equipo de 23 científicos del Centro IDEAL fue parte de la LIII Expedición Científica Antártica (ECA 53), organizada por el INACH. Investigadores de la UACH y de la UdeC, junto a técnicos y buzos científicos, conformaron un selecto grupo que durante 52 días tomaron muestras y realizaron estudios descriptivos y experimentales en los mares de la península Antártica.

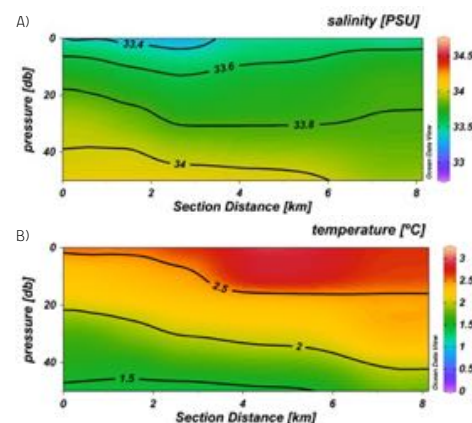
Particularmente, trabajaron en dos grandes áreas: plancton y bentos. El plancton es el conjunto de organismos que se encuentran en suspensión en las aguas del mar, desde bacterias hasta krill, y se llama bentos a las especies de flora y fauna que viven en el fondo marino. En ese marco se realizaron transectas oceanográficas con el propósito de analizar la distribución de parámetros físicos y químicos en las bahías Fildes y South, frente a las bases del INACH "Profesor Julio Escudero" y "Yelcho", respectivamente.

A pesar de las bajas temperaturas y fuertes vientos, que algunas veces superaron los 100 km por hora e impidieron a los investigadores salir de la base, se obtuvieron 780 muestras de carbono orgánico disuelto y particulado, nutrientes, clorofila, bacterias, fitoplancton, zooplancton y microzooplancton, entre otras, y se instalaron cuatro trampas de sedimento. "Obtener muestras en la Antártica tiene un alto grado de dificultad. Hay que contar con embarcaciones adecuadas para enfrentar las condiciones del mar y tener precauciones, por ejemplo, al utilizar redes, porque el hielo las puede destruir", explicó el Dr. Juan Hofer, uno de los investigadores del Centro IDEAL que fue parte de esta primera campaña.

Un resultado interesante de esta expedición fue lo observado en isla Doumer, frente a las costas de la base "Yelcho". "En la zona más cercana al glaciar, el agua está ligeramente menos salada debido a su deshielo. Si continúa el aumento de la temperatura, el deshielo aumentaría y también el registro de agua menos salada. Podemos decir que hemos detectado un ligero efecto de *freshening* (desalinización) en los glaciares de la bahía South, cerca de la base 'Yelcho'", confirmó Juan Hofer.



Dr. Humberto González (UACH), director del Centro IDEAL, durante una campaña en aguas subantárticas.



(a) En los primeros 50 metros de la columna de agua en bahía South (Yelcho) se observa baja salinidad superficial cerca del glaciar, debido al deshielo, y (b) una temperatura superior a 2 °C, cuando lo normal es que tenga entre 0 a 1,5 °C.



La abundancia y diversidad de anfípodos registrados en la Antártica es enorme, comparada con otras partes de Chile y el mundo.

FOTOGRAFÍA: MIGUEL PARDO

En el mismo sector se realizaron estudios de la clorofila existente en el agua, salinidad, temperatura y turbidez, lo que proporcionó resultados que permiten determinar que este fue un año caluroso en el cual la temperatura del agua aumentó. “Se detectó 2,5 °C en “Yelcho” cuando lo normal es que tenga entre 0 a 1,5 °C. Hasta los casi 40 metros de profundidad la temperatura del agua se registró en los 2 °C, lo que es muy alto para el Continente Blanco y, sobre todo, en esta base, que se encuentra 500 kilómetros al sur de la isla Rey Jorge”, comentó Hofer.

Esta línea de investigación, dirigida por el Dr. Humberto González, estudiará las áreas de alta producción de plancton (hot spots) en las regiones antártica y subantártica, y sus cambios debido a los principales estresores ambientales asociados al cambio global, como son el incremento de la temperatura (calentamiento), la disminución del pH (acidificación) y la disminución de la salinidad debido a las descargas de agua dulce desde glaciares, entre otros factores. También se revisará el contraste de tramas tróficas clásicas y microbianas, y de organismos quitinosos (como el kril y anfípodos), versus organismos gelatinosos, como las salpas.

Un océano cambiante

Medir los cambios que generan los estresores ambientales del cambio global sobre la productividad pasada y presente de los sistemas marinos de la península Antártica es otra línea de investigación que desarrolla el Centro IDEAL, dirigida por el Dr. José Luis Iriarte, de la UACH. Estudian las tasas y variaciones en la producción primaria, el impacto de la disminución de la salinidad debido al aumento del flujo de agua dulce al sistema marino, fenómeno conocido como *freshening*, la tendencia pasada en temperatura y productividad (paleo-oceanografía) y la acidificación del océano.

Durante esta primera expedición y de manera preliminar se observó una fuerte variabilidad vertical en la columna de agua. “Encontramos una capa superficial de baja salinidad, más ‘cálida’, de valores altos de pH y baja concentración de nutrientes inorgánicos, por sobre una capa profunda de mayor salinidad, más fría, con valores bajos de pH y alta concentración de nutrientes inorgánicos”, señaló Emilio Alarcón, asistente de investigación. Esto quiere decir que producto del deshielo, ingresa agua dulce al sistema marino, provocando la estratificación de la columna de agua. Esto permite que el fitoplancton pueda realizar más fotosíntesis en la capa superficial, debido a la mayor disponibilidad de luz, con el consecuente consumo de nutrientes inorgánicos. “Por lo tanto, el aporte de agua dulce de origen glaciar estaría generando ‘condiciones favorables’ para la producción primaria”, comentó Vania Carrera, que también participó en la toma de muestras en la Antártica.

Sobrevivir al cambio

Durante esta primera campaña antártica, el Centro IDEAL también estudió la capacidad de ciertas especies para adaptarse a futuros escenarios de cambio global. Fue el caso del pez *Harpagifer antarcticus*. Durante 10 días se midió en la Antártica cómo afecta a su sobrevivencia el aumento de la temperatura y la baja salinidad del agua. Aunque carece de importancia comercial, este pez cumple un rol crucial sobre las comunidades de anfípodos, pequeños crustáceos muy abundantes en la costa del Continente Blanco. Por ello, los investigadores de la UACH Jorge Navarro, Luis Vargas y Kurt Paschke, junto al asistente de investigación Alejandro Ortiz, estudiaron en el área de la base Escudero el efecto que tendría el aumento de la temperatura del agua sobre la respuesta fisiológica de esta especie. Esta investigación ayudará a entender mejor el rol que cumple este pez en la zona intermareal de la Antártica.

“*Harpagifer* es depredador de pequeños crustáceos del grupo de los anfípodos que habitan la zona intermareal y submareal somera de la Antártica y, por lo tanto, se encarga de regular la población de estos invertebrados, que son muy abundantes en estas áreas”, explicó Navarro, que lidera el programa de investigación que estudia cómo se adaptan las especies marinas al cambio global.

Este pez vive entre 0° y 4 °C y en un rango de 34 Unidades Prácticas de Salinidad (PSU). “Nosotros lo expusimos a un rango de temperatura de 2 a 14 °C y descubrimos que a 8 °C comienzan a morir”. Esto pensando en un posible escenario, donde los peces puedan desplazarse hacia la zona de Magallanes, cuyas aguas



El derretimiento de los glaciares y su aporte de agua dulce al sistema marino, que se conoce como *freshening* o desalinización, es uno de los fenómenos que estudia el Centro IDEAL en la Antártica y en la Región de Magallanes. Témpano en la bahía Fildes.

FOTOGRAFÍA: JORGE NAVARRO.



Durante esta primera expedición antártica, los buzos científicos utilizaron aparatos parecidos a aspiradoras para capturar especies entre los cinco y 20 metros de profundidad, lo que fue clave en la investigación.

FOTOGRAFÍA: MIGUEL PARDO.

pueden alcanzar hasta los 12 °C. También detectaron que cuando hay desprendimiento de glaciares y baja la salinidad del agua, debido a que su derretimiento aporta agua dulce al sistema marino, “encontramos que existe un efecto negativo en los peces a los 23 PSU”, comentó Navarro.

En el fondo del mar

Otra línea de investigación que desarrolla el Centro IDEAL es aquella dirigida por el Dr. Iván Gómez, de la UACH, que estudia las comunidades de flora y fauna que viven en el fondo del mar. Durante esta primera campaña y por medio de diversos métodos, como la succión submarina, se tomaron muestras de invertebrados y algas para análisis genético y de laboratorio. Las muestras van desde algas que crecen en la nieve hasta organismos que viven a 20 y 30 metros de profundidad. “Con ello podremos ver cómo se comunican en términos tróficos los distintos grupos de organismos. En general, las tramas tróficas más complejas indican una mayor biodiversidad y representan ecosistemas con mayor estabilidad”, explicó Gómez.

Un resultado preliminar, fue la gran abundancia de anfípodos que encontraron en el fondo marino. “Su abundancia y diversidad es enorme, comparada con otras partes de Chile y el mundo”, señaló el Dr. Luis Miguel Pardo, quien indicó que estos pequeños crustáceos, comúnmente llamados “pulgas de mar”, podrían jugar un rol crucial en las tramas alimenticias de las costas antárticas, muy similar al rol que juega el kril en el mar abierto. La investigación de Pardo continuará tras hacer una descripción detallada de los diferentes tipos de anfípodos encontrados. “Hay muchas especies que son muy similares morfológicamente, pero finalmente son distintas. Se llaman especies crípticas y, por lo general, no se estudian en

profundidad, debido a lo difícil que es reconocerlas”, comentó.

La dimensión humana

El 70% de la población mundial habita en zonas costeras, por ende, lo que ocurre en los ecosistemas marinos también afecta a las poblaciones humanas que viven de ellos. De ahí la importancia de abordar la dimensión humana de los ecosistemas antárticos y subantárticos, pues el cambio global también afectará el entorno social.

En ese contexto, el Centro IDEAL desarrolla una línea de investigación dirigida por la Dra. Laura Nahuelhual, de la UACH, que busca comprender los cambios pasados y futuros, y las respuestas de los sistemas socioecológicos marinos y costeros de la zona subantártica, frente a factores externos como el cambio climático, y la expansión del turismo y la acuicultura. Para ello se está caracterizando el capital natural de pesquerías específicas, se analizan las formas de vida locales en torno a los recursos marinos, se cuantifican y mapean algunos servicios ecosistémicos y se modelan cambios pasados y futuros en los flujos de estos servicios, y trayectorias de cambio de los sistemas socioecológicos marinos y costeros.

Escenarios futuros

Finalmente, para resumir y analizar el gran volumen de información que aporta cada una de las cinco líneas de investigación del Centro IDEAL, se realizará un esfuerzo de modelación y síntesis. Por medio de ecuaciones matemáticas se describirán procesos, ya sea en el océano o en el ecosistema, “y a los modelos les incorporaremos información actual o pasada”, explica la Dra. Andrea Piñones, oceanógrafa y especialista en modelación matemática. Con ello no solo se busca representar procesos físicos, sino también procesos biológicos.

“Estamos trabajando con diferentes escenarios. Nuestras proyecciones son de 50 a 100 años, considerando escenarios futuros de temperatura, salinidad y precipitaciones, según lo definido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)”, comenta Piñones.

Al IDEAL aún le quedan cuatro años de investigación y varias campañas antárticas por desarrollar, porque este tipo de investigación es de largo aliento. “Para avanzar en el conocimiento es necesario que se registren datos y se realicen monitoreos de forma constante, para saber con seguridad por qué ocurren ciertos acontecimientos y tener información suficiente para ser mucho más proactivos -y no reactivos- frente a los acontecimientos que suceden, como, por ejemplo, la mortandad de crustáceos u otras especies”, enfatiza el Dr. Iván Gómez.

“Esto es un desafío no solo para el equipo de IDEAL, sino para el país. Nosotros tenemos que salir fuera de las fronteras de nuestras universidades y abarcar áreas geográficas mucho más amplias, lo que significa un esfuerzo en términos logísticos, monetarios, personales y académicos”, concluyó.

Parte de la expedición científica integrada por 23 investigadores del Centro IDEAL, que estuvieron en la Antártica durante enero y febrero de 2017.





José E. Celis Hidalgo¹ y Winfred E. Espejo²

FACULTADES DE ¹CIENCIAS VETERINARIAS Y DE ²CIENCIAS AMBIENTALES, UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

jcelis@udec.cl

Contaminación en la Antártica

biomonitoreo a partir de las excretas de pingüinos

Los elementos traza son tóxicos para los mamíferos y aves, y su exposición provoca cuadros de toxicidad aguda que afectan al sistema nervioso central, riñón e hígado. Estos efectos pueden ser más graves en la fauna silvestre que vive en ambientes polares, debido a que sus sistemas inmunológicos están menos preparados para hacer frente a los contaminantes químicos en ambientes prístinos y fríos, como la Antártica.

Los elementos traza se dividen en esenciales (cobre, zinc, manganeso, hierro, selenio) y no esenciales (arsénico, aluminio, cadmio, mercurio, plomo). Los esenciales son necesarios para la biota, pero pueden ser muy tóxicos si sobrepasan ciertos niveles. El cadmio se puede acumular en los organismos acuáticos, ligándose a la metionina en los riñones de los vertebrados marinos. El arsénico es potencialmente tóxico en pequeñas concentraciones, pudiendo generar neurotoxicidad; proviene de la actividad minera, fabricación de pinturas, cerámicas, vidrios y pesticidas. El mercurio es un metal no esencial para el desarrollo de los organismos y se biomagnifica a través de la cadena alimentaria. La mayor parte del mercurio liberado por las actividades humanas es producto de la quema de productos fósiles, minería, fundiciones y combustión de residuos sólidos, la aplicación de fertilizantes en la agri-

cultura y los vertidos de aguas residuales industriales. El cobre es un elemento esencial ampliamente distribuido en la naturaleza, muy utilizado en la industria del hierro, la electricidad, pesticidas y múltiples artefactos de uso corriente. La exposición aguda puede provocar lesiones hepáticas.

Por su parte, el zinc es un elemento fundamental de las proteínas implicadas en la expresión y regulación de la actividad genética; es necesario para el funcionamiento del sistema nervioso y el metabolismo de la vitamina A. Las fuentes antropogénicas de este metal son principalmente la fabricación de acero galvanizado, fabricación de anticorrosivos, pilas y baterías, pantallas de televisión y rayos X. Tiene efectos teratogénicos y la exposición aguda puede provocar alteraciones gastrointestinales. El plomo es un elemento que puede acumularse y alcanzar altas concentraciones en una gran variedad de organismos. Sus fuentes antropogénicas surgen de la utilización como aditivo en la gasolina y tuberías, en baterías de automóviles, pigmentos para pinturas y barnices, procesos industriales como la fundición, refinamiento, producción de energía, entre otros. La exposición crónica produce efectos neurotóxicos y alteración en diversos órganos.

Aves y metales pesados

Las aves acuáticas son importantes para el biomonitoreo ambiental debido a su amplia distribución, su relativa facilidad de identificación y su papel mayor en los ecosistemas acuáticos, siendo especialmente susceptibles a los cambios que se producen por influencia humana en su hábitat. En la Antártica, las aves acuáticas son los representantes más numerosos del grupo de los vertebrados. Entre ellas, los pingüinos constituyen excelentes indicadores biológicos para el estudio de la contaminación, no solo por algunas características comunes con otras aves acuáticas (amplia distribución, poblaciones numerosas, posición alta en la cadena trófica, longevidad, relativa facilidad de muestreo y capacidad para integrar la contaminación a lo largo del tiempo y el espacio), sino porque presentan nichos ecológicos permanentes y porque predominan entre la avifauna polar.

Los niveles de metales y otros contaminantes en los pingüinos están directamente relacionados con los niveles presentes en su dieta, lo cual depende de la cantidad de contaminantes en la cadena trófica en la Antártica. Los pingüinos se alimentan en el mar y depositan sus excretas en tierra.



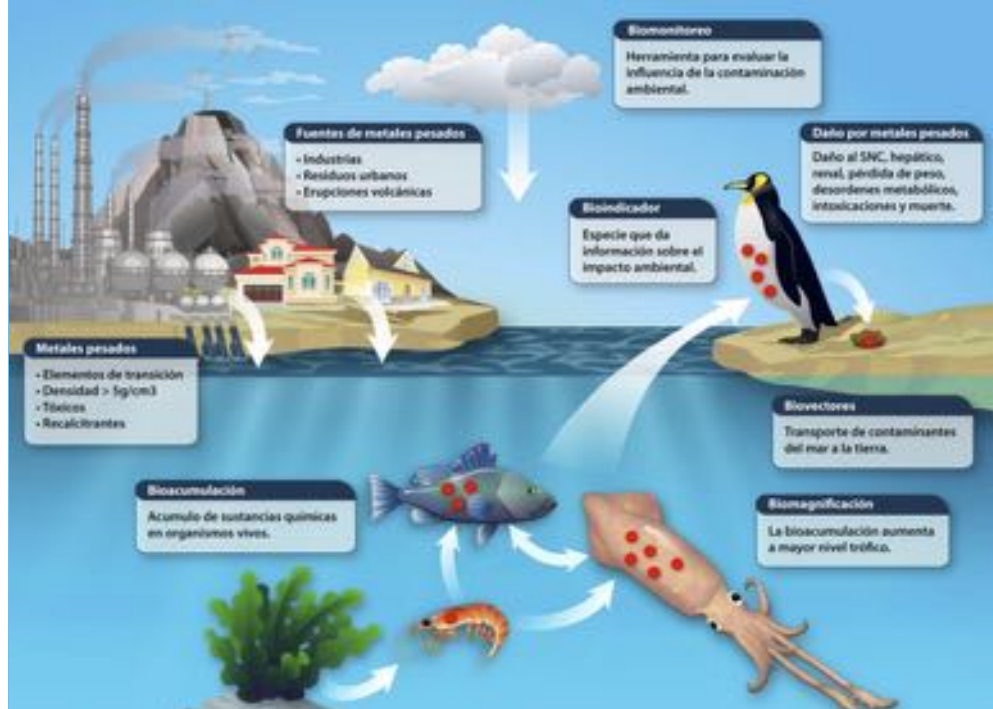


FIGURA 1 Esquema de las fuentes de elementos traza en el ambiente, distribución, efectos en pingüinos y bio-transporte.
DISEÑADO POR L. CHAURA

Actualmente, la información disponible sobre los niveles de contaminantes en tejidos de pingüinos antárticos es escasa y fragmentada en comparación con otras aves estudiadas en otros lugares del mundo, ya que el acceso a un número de muestras representativo es complicado, fundamentalmente debido a que los acuerdos internacionales (Tratado Antártico y el Comité Científico para la Investigación Antártica, SCAR) restringen la recolección de muestras biológicas en individuos vivos. Además, los estándares éticos recomiendan el uso de métodos no-invasivos para el muestreo como alternativa a la captura y sacrificio de ejemplares vivos. Se ha visto que los excrementos de animales marinos pueden ser utilizados como una eficaz herramienta para biomonitorrear el grado de contaminación por elementos traza en el medioambiente. Por esta razón, en nuestro proyecto hemos utilizado las excretas de los pingüinos para estimar los niveles de contaminantes existentes en su medioambiente y sus posibles efectos sobre la fauna antártica (fig. 1).

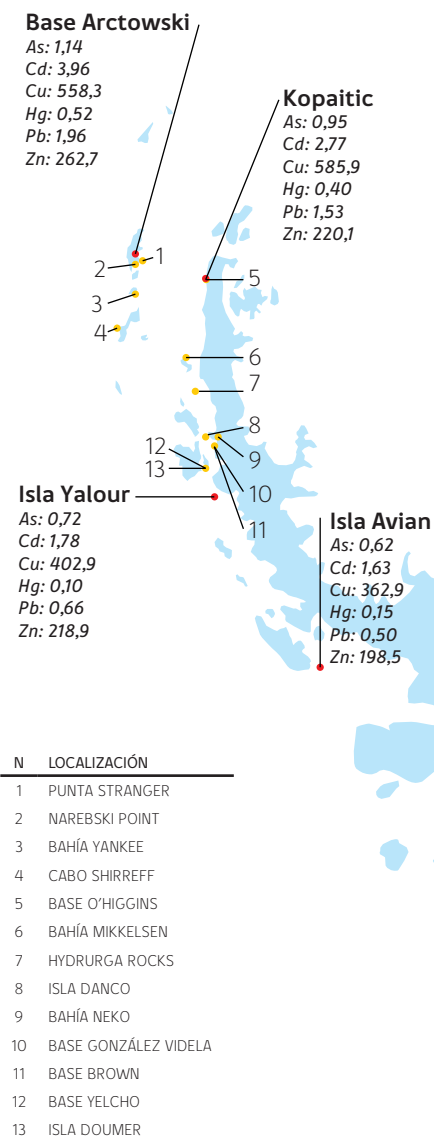
Nuestros esfuerzos en el proyecto "Evaluación de metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes en fauna antártica en diferentes localidades de la península Antártica", financiado por el INACH, se han focalizado en la medición de metales en excretas de tres especies de pingüinos *Pygoscelis*: pingüino papúa, pingüino Adelia y pingüino de barbijo, que habitan en la península Antártica. También hemos estudiado el rol que desempeñan estas aves como transportadores de contaminantes desde los sistemas costeros a terrestres, estudiando el suelo en las colonias de pingüinos y suelos no impactados alejados de las colonias. Los muestreos realizados en distintas localidades nos han permitido ver que existen mayores niveles de elementos traza en el

extremo norte de la península Antártica y las islas Shetland del Sur, en comparación con localidades más extremas, como la isla Avian, que presentan menor actividad antropogénica (fig. 2). Por su parte, las concentraciones de elementos traza tienden a ser mayores en todos los sitios de anidación de las colonias de pingüinos, lo que indica que estas aves están bio-transportando metales pesados hacia los ambientes terrestres, lo cual podría afectar cierta biota endémica y alterar los delicados ciclos biogeoquímicos en la Antártica. Esto prueba que las excretas de pingüinos son buenos indicadores de la concentración de elementos traza en ambientes polares.

Estos resultados forman parte de una revisión global sobre la exposición y efectos de elementos traza en pingüinos. Se evidencia una mayor presión antrópica en el norte de la península Antártica por actividades turísticas e instalaciones científicas, como también por el transporte de contaminantes desde países del hemisferio sur, lo que implica una mayor concentración de contaminantes en esa área que en el resto del continente antártico. Aún son escasos los estudios sobre la presencia de elementos traza en excretas de pingüinos, los cuales son necesarios para sentar las bases de los problemas ambientales y vislumbrar los escenarios futuros que podrían desencadenarse en los ambientes polares ante una mayor presión antropogénica.

Por ende, es crucial conocer los niveles basales de los elementos traza en zonas relativamente no contaminadas (como las polares), con el fin de obtener datos concretos que permitan comparar el avance de la contaminación a lo largo del tiempo, a medida que aumenta la presencia humana, para así poder diseñar planes adecuados de monitoreo ambiental en la Antártica.

FIGURA 2 Niveles de metales pesados (mg/kg, peso seco) en excretas de pingüinos Adelia en localidades de la península Antártica estudiadas (arsénico/cadmio/cobre/mercurio/plomo/zinc).





Leticia Barrientos, Claudio Lamilla y Andrés Santos

LABORATORIO DE BIOLOGÍA MOLECULAR APLICADA, NÚCLEO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (BIOREN), UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

leticia.barrientos@ufrontera.cl

Actinobacterias fuente inagotable de recursos biotecnológicos

El desarrollo de nuevos productos biológicos, tales como enzimas, colorantes, antibióticos y otros, continúa estimulando la búsqueda de microorganismos en ambientes extremos, ya que para adaptarse a las condiciones en las que viven utilizan otras vías metabólicas para sobrevivir. En los últimos años, el estudio de microorganismos antárticos, principalmente bacterias, ha recibido atención debido a que tienen aplicaciones biotecnológicas. Dentro de las bacterias, el grupo de las actinobacterias produce alrededor del 45% de todos los metabolitos con actividad biológica (metabolitos bioactivos), siendo el género *Streptomyces* el que produce un 80% de esos compuestos.

Los investigadores del proyecto "Diversidad de actinobacterias en ecosistemas antárticos y evaluación del potencial biotecnológico de sus metabolitos activos", financiado por el INACH, lograron aislar e identificar 30 cepas bacterianas pertenecientes al grupo de las actinobacterias, destacando entre ellas los géneros *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Rhodococcus*, *Thermoleophilum*, *Janibacter*, *Knoellia*, *Brevibacterium* y *Curtobacterium*.

Los resultados obtenidos en este estudio destacan el potencial biotecnológico de las actinobacterias antárticas, ya que se demostró que todas producen, a lo menos, una enzima extracelular (proteasas, lipasas, celulasas). Respecto de la capacidad antimicrobiana de las actinobacterias aisladas, 28 de las 30 presentaron algún grado de actividad antimicrobiana frente a hongos y bacterias. También, algunos metabolitos aislados desde estas bacterias mostraron ser activos contra algunas líneas celulares humanas de carcinoma de pulmón, de co-

lon, cervical y hepático. Con los resultados obtenidos, podemos concluir que las islas Shetland del Sur albergan actinobacterias que serían de especial relevancia en el estudio y la producción de nuevas moléculas pequeñas con un gran potencial para ser utilizadas en la industria farmacéutica y biotecnológica de alimentos, industrial, de biocombustibles, entre otras.

Las actinobacterias

Dentro del dominio de las bacterias, destaca el grupo de las actinobacterias. Son bacterias Gram positivas, filamentosas y representan uno de los grupos más grandes entre los 18 linajes reconocidos dentro del dominio Bacteria. Estas bacterias están ampliamente distribuidas en hábitats terrestres, de agua dulce y marinos. Este grupo es relevante en términos biotecnológicos y económicos, debido a que produce más de la mitad de los compuestos bioactivos presentes en la base de datos de antibióticos.

Potencialidades biotecnológicas

La diversidad metabólica y fisiológica de las actinobacterias las transforma en un grupo objetivo para biotecnología debido a su producción de enzimas extracelulares y la formación de una amplia variedad de metabolitos bioactivos. Es así que los miembros del género *Streptomyces* son una de las fuentes más ricas en productos naturales, incluyendo antibióticos de uso clínico (estreptomicina, tetraciclina, cloranfenicol y muchos más) y agentes antitumorales, produciendo alrededor del

80% de todos los metabolitos secundarios bioactivos. Asimismo, producen moléculas que actúan como inmunosupresores (ayudando a evitar el rechazo a los trasplantes, como, por ejemplo, de riñón y corazón), fitotoxinas, biopesticidas, biosurfactantes, nanopartículas, probióticos y enzimas involucradas en la degradación de polímeros complejos. Esta versatilidad de metabolitos hace de estas bacterias importantes herramientas para aplicaciones en el área farmacéutica, médica, y biotecnológica (biorremediación, biofertilizantes o en el control biológico de enfermedades de plantas de importancia agrícola).

Es así como nuestro proyecto se enfocó en caracterizar el potencial biotecnológico de los metabolitos activos de actinobacterias de las islas Shetland del Sur, de ambientes marinos y terrestres.

El proyecto contó con la colaboración del Dr. Robert Capon y su grupo de trabajo, de la Universidad de Queensland, Australia, quienes nos permitieron la caracterización de estos metabolitos bioactivos con el empleo de técnicas de análisis altamente sofisticadas, como el uso de cromatografía líquida de alto rendimiento acoplada a espectrómetro de masa y de resonancia magnética nuclear.

Se obtuvieron muestras de suelo, agua y sedimentos marinos durante la Expedición Científica Antártica (ECA) 49 (verano del 2013) y 50 (verano del 2014). Durante ambas expediciones, un total de 90 muestras (10 de agua de mar, 40 de suelo y 40 de sedimentos marinos y de agua dulce) fueron recolectadas en diferentes ambientes de las islas Shetland del Sur (fig. 1).



FIGURA 1 Toma de muestras de sedimento marino en base "Arturo Prat", durante la 49 Expedición Científica Antártica.
AUTOR: FELIPE TRUEBA

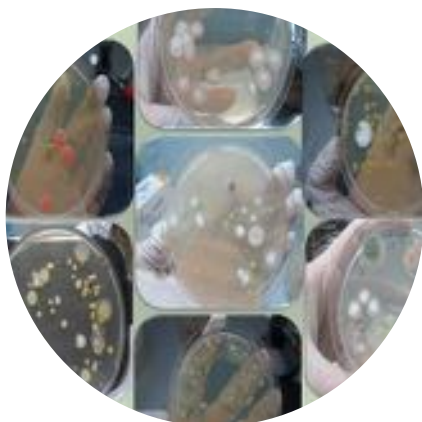


FIGURA 2 Diferentes cepas de actinobacterias aisladas desde suelo, sedimento y agua.
AUTOR: LETICIA BARRIENTOS



FIGURA 3 Inhibición de crecimiento de *Phytophthora infestans*. A: *Janibacter limosus*; B: *Streptomyces* sp. C: Placa Control. (Se= aislada desde sedimento; So= aislada desde suelo).
AUTOR: ANDRÉS SANTOS

A partir del análisis de las muestras, se logró conformar una colección de bacterias (cepario), la que se mantiene a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Con el empleo de técnicas tradicionales de cultivo (siembra en medios sólidos enriquecidos para el crecimiento de actinobacterias) y moleculares (mediante la obtención y amplificación del ADN bacteriano para la identificación de las bacterias aisladas), se logró aislar e identificar 30 cepas bacterianas pertenecientes al grupo de las actinobacterias, destacando entre ellas los géneros *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Rhodococcus*, *Thermoleophilum*, *Janibacter*, *Knoellia*, *Brevibacterium* y *Curtobacterium*. De estas 30 cepas de actinobacterias aisladas, 18 cepas fueron aisladas desde suelo (60%), 10 desde sedimentos marinos y de agua dulce (33%) y dos cepas desde agua de mar (7%) (fig. 2). La caracterización bioquímica de estos aislados permitió comprobar que todas las cepas de actinobacterias tienen un perfil enzimático distinto, lo que sugiere que son metabólicamente diferentes.

En este estudio, las 30 cepas de actinobacterias evaluadas produjeron, al menos, una enzima extracelular. Es así que 25 de las 30 actinobacterias (83%) produjeron proteasas, 13 presentaron actividad amilasa (43%), 24 de las cepas presentaron actividad lipolítica (80 %) y siete actividad celulolítica (23%). Estos resultados destacan el potencial biotecnológico de las actinobacterias de la islas Shetland del Sur, demostrando que todos los aislados producen, a lo menos, una enzima extracelular.

Esto también da prueba de la versatilidad de la microbiota cultivable de estos ecosistemas para aprovechar las fuentes de nutrientes, que a veces son escasos en la Antártica. Las comunidades microbianas se adaptan localmente, variando según las condiciones fisicoquímicas y las características de los suelos. Debemos considerar, sin embargo, que las condiciones ambientales están cambiando rápidamente en algunas zonas, debido al aumento de la actividad humana en el continente y al impacto del cambio climático.

Respecto de la capacidad antimicrobiana de las actinobacterias aisladas (se cultivan en medio líquido, luego se centrifugan y se emplea el sobrenadante), 28 de 30 sobrenadantes ensayados presentaron algún grado de actividad antimicrobiana frente a hongos y bacterias. El género *Arthrobacter* presentó actividad antifúngica, principalmente para el hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*. También, *Janibacter limosus* y *Streptomyces* sp. fueron capaces de inhibir otro hongo fitopatógeno (*Phytophthora infestans*) (fig. 3), por lo que pudieran ser aplicados en el control biológico de estas enfermedades. Estos fitopatógenos afectan diversos cultivos de importancia

agrícola en Chile (tomate, papa, remolacha azucarera, entre otros). El control biológico es el uso de organismos (o de sus metabolitos o subproductos) que son enemigos naturales de una plaga o patógeno, con el fin de reducir o eliminar sus efectos dañinos en las plantas o sus productos; la ventaja de su empleo es que no se utilizan productos químicos para el control de los patógenos.

La actividad antibacteriana frente a patógenos clínicos fue menor en comparación a la descrita anteriormente. Sin embargo, el aislado *Arthrobacter sulfonivorans* tuvo actividad contra *Enterococcus faecalis*, bacteria de gran importancia en infecciones de tipo hospitalaria. Otras cepas que tuvieron actividad antimicrobiana fueron algunas como *Streptomyces cellulosa* y *S. thermospinosporus*. *Thermoleophilum minutum* también presentó actividad frente a *E. faecalis*. La actividad antimicrobiana de las actinobacterias es extensamente relatada, sin embargo, muchas de las bacterias encontradas en el ambiente extremo de la Antártica son bacterias poco descritas y, por ende, poco estudiadas, siendo un potencial de estudio para nuevos antimicrobianos, necesarios para combatir la creciente resistencia a los antimicrobianos de uso común que presentan las bacterias patógenas.

Contra el cáncer

Algunos metabolitos aislados desde estas bacterias mostraron ser activos contra algunas líneas celulares humanas de carcinoma de pulmón, de colon, cervical y hepático. Los resultados obtenidos en este ensayo muestran el potencial que poseen algunas actinobacterias para inhibir células cancerígenas, lo que, sin duda, abre otro interesante campo de investigación futuro.

Con los resultados obtenidos, podemos concluir que los diferentes ecosistemas de la Antártica albergan actinobacterias que serán de especial relevancia en futuros estudios para la producción de nuevas moléculas pequeñas, con un gran potencial para ser utilizadas en la industria farmacéutica y biotecnológica.

GLOSARIO

Metabolito bioactivo. Molécula producida durante el metabolismo secundario, que cumple funciones complementarias a las vitales, tales como defensa de depredadores, patógenos y parásitos, entre otras.
Fitotoxina. Sustancia tóxica de origen vegetal.
Biosurfactante. Compuesto producido por microorganismos, con propiedades emulsificantes y dispersantes, que disminuyen la tensión superficial del agua.
Proteasa. Enzimas que rompen los enlaces peptídicos de las proteínas.
Amilasa. Enzima que degrada el almidón hasta sus azúcares más simples.
Lipasa. Enzima encargada de degradar los ácidos grasos.
Celulasa. Enzima que degrada la celulosa, transformándola en glucosa.
Fitopatógeno. Microorganismos que producen enfermedades en las plantas



Cuenta una leyenda yagán, tal como se ha relatado de generación en generación, que al norte de la isla Navarino tres jóvenes se disputaron el amor de una bella mujer y terminaron convertidos en aves australes tras la lucha por la hermosa joven. Uno de ellos terminó en Alukus (pato quetro no volador); otro de los jóvenes finalizó como Yo'kalia (tiuque), no obstante, el más trabajador de ellos se convirtió en Kimmoa (caiquén).

Relata la historia ancestral que hoy en día Kimmoa permanece observando siempre todo a su alrededor.

KIMMOA

EN LA IMAGEN SE OBSERVA OTRA AVE PRESENTE EN LA COSMOVISIÓN.
YAGÁN: KARPÚJ; ALBATROS DE CEJA NEGRA.
FOTOGRAFÍA: P. RUIZ



FOTOGRAFÍA: MARCELO LEPPE

Investigadores viajaron al Continente Blanco para estudiar el clavel antártico

13 ENERO. Tres investigadores chilenos y una investigadora holandesa del British Antarctic Survey emprendieron rumbo hacia la Antártica para realizar estudios sobre la planta *Colobanthus quitensis*, como parte de la Expedición Científica Antártica (ECA 53).

<http://www.inach.cl/inach/?p=20831>

INACH construyó laboratorios en base Carvajal

Dos nuevos laboratorios pertenecientes al INACH se construyeron en esta temporada en la base "Teniente Luis Carvajal", administrada por la Fuerza Aérea de Chile y ubicada en la isla Adelaida, más allá del círculo polar.

<http://www.inach.cl/inach/?p=20944>

FOTOGRAFÍA: D. SCHORIES



Identifican consecuencias de cambio climático y acidificación oceánica en gastrópodos antárticos

Un proyecto dirigido por el colombiano Dr. Juan Gaitán (UACH) y financiado por el INACH viajó a la Antártica en enero para estudiar las posibles adaptaciones que deban enfrentar los invertebrados marinos, específicamente el gastrópodo *Nacella concinna*, frente al cambio climático y acidificación oceánica.

<http://www.inach.cl/inach/?p=20916>



A través de bacterias antárticas buscarán reducir consecuencias por heladas en patlos

26 ENERO. El Dr. Milko Jorquera (UFRO), en una investigación financiada por el INACH, busca aislar bacterias desde la raíz, interior de la planta y exterior de las hojas de plantas vasculares antárticas (rizósfera, endósfera, filósfera, respectivamente), con el propósito de darle aplicación a la agronomía nacional.

<http://www.inach.cl/inach/?p=20925>





Seminario antártico apunta a Chile como potencia en ciencia polar al 2030

Con la misión de analizar multistitucionalmente los aspectos más importantes que permitan crear estrategias al país para avanzar hacia la consolidación como potencia científica antártica, se llevó a cabo en Punta Arenas, el 16 y 17 de febrero, el seminario “Chile: potencia en ciencia antártica 2030”, organizado por el INACH. En la oportunidad estuvieron presentes diversas autoridades nacionales y regionales, encabezadas por el presidente del Consejo de la Comisión Nacional de la Ciencia y Tecnología (Conicyt), Mario Hamuy, además del director del INACH, Dr. José Retamales; la directora nacional de Obras Portuarias de Chile, Antonia Bordás, y el intendente de la Región de Magallanes y Antártica Chilena, Jorge Flies.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21081>

Mario Hamuy: “Lo que he visto en el Continente Blanco permite soñar con un Chile que lidere en investigación científica antártica”

En el marco del seminario “Chile: potencia en ciencia antártica 2030”, el presidente de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt), Mario Hamuy, viajó en febrero junto a otras autoridades nacionales y de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena al Continente Blanco.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21104>

Investigan resistencia a salinidad en el clavellito antártico

En isla Livingston se montó en febrero un campamento que albergó a cuatro investigadores, quienes estudiaron la relación entre las plantas vasculares antárticas *Colobanthus quitensis* y *Deschampsia antarctica*. La investigación fue dirigida por el Dr. Jorge Gallardo (Universidad del Bío-Bío). La hipótesis es que las bacterias de la rizósfera (asociadas a la raíz o sistema radicular de las plantas) de alguna manera están activando mecanismos de resistencia a sal en el caso de *Colobanthus*.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21155>

Buscan en la Antártica microorganismos que puedan producir ácidos grasos omega 3

Para estudiar microorganismos marinos que tengan la capacidad de sintetizar lípidos (traustoquitridios antárticos) llegó hasta el Continente Blanco la Dra. Carolina Shene (UFRO), en un proyecto financiado por el INACH.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21204>

Encuentran nuevos afloramientos de hojas de *Nothofagus* en península Antártica

Hasta el sector de bahía Almirantazgo, Antártica, llegaron los investigadores del proyecto “Patrones paleogeográficos vs. el cambio climático en Sudamérica y la península Antártica durante el Cretácico tardío: ¿Una posible explicación para el origen de la biota austral?”, financiado por Fondecyt. “El tamaño de las hojas de *Nothofagus* encontradas nos hace pensar que podría tratarse de ejemplares más antiguos que lo descrito para esta área. Además, estuvimos muestreando cerca de la base polaca ‘Arctowski’ y encontramos un nuevo punto que nos podría entregar mucha información en el futuro”, comentó Marcelo Leppe, director del proyecto.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21246>

Paleobotánica brasileña finaliza investigación de fósiles de helechos en la Patagonia

Cristine Trevisan, paleobotánica que integró el equipo del Dr. Marcelo Leppe durante los últimos años, regresó en marzo a Brasil tras dos años especializándose en el estudio de fósiles de helechos en la Patagonia.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21280>

Raúl Cordero, investigador antártico: “En los últimos 40 años el clima del hemisferio sur ha cambiado más por el agujero de ozono que por el cambio climático”

<http://www.inach.cl/inach/?p=21291>

Dr. Marcelo Leppe: "Creo que hemos cimentado lo que probablemente es el lugar más rico de Chile en fósiles"

Desde el viernes 17 de febrero hasta el miércoles 1 de marzo se desarrolló la campaña de exploración científica en cerro Guido, donde el equipo encabezado por el Dr. Marcelo Leppe, paleobiólogo del INACH, busca identificar y dar explicación al origen de la biota austral.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21323>



Con desconocidos datos de biodiversidad submarina finaliza segunda campaña de estudio de las esponjas antárticas

Finalizó en marzo la segunda campaña del proyecto del biólogo marino del INACH Dr. César Cárdenas, quien estudia las esponjas antárticas y cómo estas podrían responder al cambio climático a nivel individual y de comunidad. En esta campaña participaron dos investigadores de la Universidad del Sur de Dinamarca, Dr. Karl Attard y Dr. Lorenzo Rovelli,

<http://www.inach.cl/inach/?p=21311>

Punta Arenas será la sede de importante encuentro científico antártico internacional

Desde el 4 hasta el 6 de octubre de este año se realizará en Punta Arenas el IX Congreso Latinoamericano de Ciencia Antártica (CLCA 2017). El encuentro es convocado por el Comité Nacional de Investigaciones Antárticas (SCAR-Chile), el Instituto Antártico Chileno (INACH), la Universidad de Magallanes (UMAG) y el Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (FONDAP-IDEAL).

<http://www.inach.cl/inach/?p=21811>

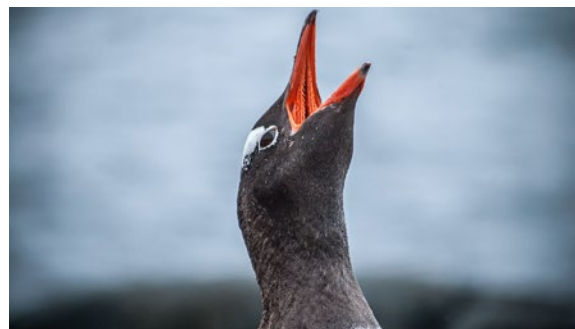
FOTOGRAFÍA: G. ARRIAGADA



Parochlus steinenii, la mosca antártica que indica el cambio climático

Hasta las islas Shetland del Sur llegó el biólogo marino Felipe Simoes, perteneciente al proyecto financiado por el INACH, "Dípteros en regiones subantárticas y antárticas: ¿Están listos para los cambios?", de la ecóloga Tamara Contador (UMAG). Simoes recorrió diversos sectores en busca del único insecto alado. Se recolectaron desde 30 a 50 individuos (de unos cinco milímetros) por cada sitio muestreado en la parte norte de la península Antártica. La mosca antártica es muy sensible a las temperaturas y ahí radica su importancia en el estudio del cambio climático.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21651>



Descubren nuevos virus en pingüinos antárticos

Una reciente investigación liderada por el Dr. Víctor Neira, de la Universidad de Chile, ha permitido identificar nuevos virus en pingüinos antárticos, gracias a una colaboración científica apoyada por el INACH. Estos resultados fueron publicados en la prestigiosa revista "Emerging Infectious Diseases".

<http://www.inach.cl/inach/?p=21792>



Consejeros regionales de Magallanes se reúnen con INACH

Hasta el edificio de laboratorios “Embajador Jorge Berguño”, del INACH, llegó en enero un grupo de consejeros regionales de Magallanes pertenecientes a la Comisión de Ciencia, para interiorizarse del quehacer de este instituto nacional y de la Expedición Científica Antártica (ECA 53).

<http://www.inach.cl/inach/?p=20806>

Canciller Muñoz presidió la LIII Reunión del Consejo de Política Antártica, donde se aprobó la nueva política nacional

El canciller Heraldito Muñoz, acompañado del ministro de Defensa, José Antonio Gómez, presidió el 11 de enero la LIII Reunión del Consejo de Política Antártica (CPA). En la ocasión, se presentó un informe sobre las actividades realizadas por la Cancillería en el ámbito antártico durante 2016 y se dieron a conocer una serie de documentos que fueron aprobados por el Consejo, entre ellos la nueva Política Antártica Nacional.

<http://www.inach.cl/inach/?p=20821>

Dirección de Antártica de la Cancillería celebró seis años de existencia

Hace seis años, el 1 de febrero de 2011, a través de la Orden de Servicio N° 31, se creó la Dirección de Antártica (DIRANTARTICA) del Ministerio de Relaciones Exteriores, reafirmando la relevancia que poseen los temas polares para la política exterior de Chile.

<http://www.inach.cl/inach/?p=20953>



Presentan concurso arquitectónico para el CAI en Punta Arenas

Serán 2,3 hectáreas en el sector de Punta Arenosa donde se emplazará el futuro edificio del Centro Antártico Internacional (CAI), con una superficie construida de 15 mil m². En una emotiva ceremonia, realizada en el edificio de gobierno regional de Magallanes, se llevó a cabo la presentación del concurso arquitectónico para el futuro CAI, que se emplazará junto al estrecho de Magallanes.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21451>

José Retamales: “La cooperación internacional es clave para el desarrollo científico regional y nacional”

Haciendo un énfasis en la ciencia, pero a su vez en educación y cooperación internacional, el Instituto Antártico Chileno realizó el 26 de abril su Cuenta Pública Participativa 2017.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21622>

Magallanes consolida su posición estratégica como puerta a la Antártica

La Asociación Internacional de Operadores Turísticos Antárticos (IAATO, su sigla en inglés) publicó en mayo las cifras correspondientes a la temporada 2016-2017, destacándose un aumento del 15% comparado con la temporada anterior. El número total de visitantes que viajó a la Antártica con empresas de la IAATO fue de 44.367. Uno de los segmentos que aumentó fue el de aerocruceros, que despega principalmente desde Punta Arenas.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21683>





Comunidad de Punta Arenas visitó rompehielos científico coreano "Araon"

El "Araon", el buque rompehielos científico coreano, permaneció en Punta Arenas por unos días en abril y fue visitado por científicos del INACH y la Universidad de Magallanes, junto a un grupo de estudiantes del colegio "Manuel Bulnes" (establecimiento con sello antártico) y autoridades regionales, antes de emprender rumbo hacia el Continente Blanco.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21406>



INACH presentó Programa de Educación Antártica 2017

El INACH cada año diseña e implementa una serie de acciones de educación polar orientadas a cada nivel educacional. En el salón principal del INACH fueron presentadas estas acciones, que se implementarán por nivel durante este año 2017.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21430>

Comenzaron los talleres "Científicos polares por un día"

Cada jueves, a las 15 horas, los laboratorios del INACH se transforman en verdaderas salas de clases. "Científicos polares por un día" es la iniciativa que efectúa el INACH para que niños y niñas den sus primeros pasos en la investigación del Continente Blanco.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21665>



Academia Escolar de Ciencia Antártica: Investigar desde la educación básica

Ya se encuentra abierta la convocatoria para la Academia Escolar de Ciencia Antártica, iniciativa escolar la cual se implementa por segunda vez en conjunto con el INACH y el PAR EXPLORA Magallanes.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21670>

Educadoras de párvulos de Magallanes fueron capacitadas en paleontología

Cerca de 70 educadoras de párvulos, pertenecientes a la Junji, así como profesionales de la Fundación Integra, estudiantes de Educación Parvularia de la Universidad de Magallanes y colegios pertenecientes a la Corporación Municipal de Punta Arenas, fueron capacitadas en junio por profesionales del INACH en paleontología mediante el taller "Patagonia Fósil".

<http://www.inach.cl/inach/?p=21779>



Estudiantes de 25 comunas de Chile participaron de la XIV Feria Antártica Escolar

Desde el 19 al 22 de junio, en Punta Arenas, se llevó a cabo la XIV Feria Antártica Escolar (FAE), que cada año organiza el INACH. Estudiantes y profesores de 25 comunas de todo el país se dieron cita en la capital de la Región de Magallanes y Antártica Chilena para presentar sus propuestas de investigación en torno al Continente Blanco. Los ganadores de esta versión representan a las ciudades de San Carlos (Biobío), La Serena (Coquimbo), Concepción (Biobío), Puerto Varas (Los Lagos) y La Florida (Santiago). La FAE terminó con una celebración del Solsticio de Invierno, en la Costanera del Estrecho, alrededor de una fogata polar.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21844>



Delegación de la Tercera Expedición Antártica de Colombia visitó INACH

Aproximadamente 15 personas, quienes se encuentran realizando la Tercera Expedición Antártica de Colombia en el buque "ARC 20 de Julio", visitaron en enero las dependencias del INACH para compartir experiencias con investigadores nacionales y presentar su programa de navegación e investigación.

<http://www.inach.cl/inach/?p=20809>

Director del INACH visitó centros de Japón en busca de tecnologías aplicables al futuro CAI

Con ocasión de su participación en la reunión del Comité Ejecutivo de COMNAP, el director del INACH, Dr. José Retamales, visitó en enero el museo paleontológico de la prefectura de Fukui, Japón, para interiorizarse de los avances del recinto y sus nuevas tecnologías que pudiesen ser aplicadas en el futuro Centro Antártico Internacional (CAI). También pudo conocer las instalaciones del Tokyo Sea Life Park y del Science Center.

<http://www.inach.cl/inach/?p=20892>

Rompehielos chino recibió a investigadores chilenos en jornada científica

A bordo del rompehielos más grande del mundo en su tipo, el "XueLong", de China, se llevó a cabo el 18 de enero un seminario científico con investigadores chilenos pertenecientes al INACH, del Centro IDEAL, de la Pontificia Universidad Católica de Chile y de la Universidad de La Frontera.

<http://www.inach.cl/inach/?p=20899>



Kitack Lim: "Siento que Punta Arenas tiene un gran potencial para contribuir a la implementación del Código Polar y a actividades del Tratado Antártico"

El secretario general de la Organización Marítima Internacional (OMI), Kitack Lim (Corea), visitó en febrero Punta Arenas junto a miembros de la Armada de Chile para presentar el nuevo Código Polar que entró en vigencia en enero de este año.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21063>

Chile ratifica el Acuerdo de París sobre cambio climático

El viernes 10 de febrero, el Gobierno de Chile depositó, ante la oficina del secretario general de las Naciones Unidas, el instrumento de ratificación del Acuerdo de París sobre cambio climático.

El Acuerdo fue adoptado por 195 países en diciembre de 2015, durante la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP21).

<http://www.inach.cl/inach/?p=21072>

Delegación suiza de la Expedición de Circunnavegación Antártica visitó el INACH

Debido a la presencia en Punta Arenas del buque ruso "Akademik Treshnikov", que alberga a la primera expedición científica antártica del Instituto Polar Suizo, integrantes de dicha delegación visitaron en febrero el INACH. Esta expedición es financiada por el filántropo Frederik Paulsen.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21132>

Chile y Estados Unidos realizan sus primeras Consultas Políticas sobre Materias Antárticas

Con el objetivo de intercambiar opiniones e información en temas relacionados con el continente antártico, se realizó en marzo, en Washington DC, la primera reunión de Consultas Políticas sobre esta materia entre Chile y Estados Unidos.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21268>





Primera expedición científica de Turquía en la Antártica presentó sus resultados en INACH

“Estamos orgullosos de ser la generación de la Primera Expedición Científica de Turquía en la Antártica”, esas fueron las palabras que utilizó la Dra. Burcu Oszoy, directora del Centro de Investigación Polar de la Universidad Técnica de Estambul, para referirse al desarrollo de la primera campaña de investigación de ese país en el Continente Blanco.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21341>

Presidente del KOPRI se reunió con intendente de Magallanes

Hasta el edificio del gobierno regional llegó en abril el presidente del Instituto de Investigación Polar de Corea (KOPRI), Dr. Ho Il Yoon, para mantener una reunión junto al intendente de Magallanes y Antártica Chilena, Jorge Flies, y el director del INACH, Dr. José Retamales.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21401>



Conicyt junto con INACH y ocho investigadores visitan China para reforzar la cooperación científica en la Antártica

En el marco de la reciente visita de Estado de la Presidenta de la República de Chile, Michelle Bachelet, a China, CONICYT organizó un taller en Beijing entre investigadores de ambos países para crear sinergia entre ellos. El taller tuvo lugar el 15 de mayo de 2017 con el tema “Efectos del Cambio Climático en Sistemas Antárticos”.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21696>

Chile firma acuerdos de colaboración antártica con China

A pocos días de que la Presidenta Michelle Bachelet realizara una visita de Estado a la República Popular de China y en la que la temática polar estuvo presente mediante la firma de acuerdos de cooperación en temas antárticos, el 22 de mayo comenzó en Beijing, China, la XL Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA). Un acuerdo fue suscrito entre el Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile y la Administración del Océano de China (SOA), y el otro entre el Instituto Antártico Chileno y la Administración del Ártico y la Antártica de China (CAA).

<http://www.inach.cl/inach/?p=21730>





Ciencia ciudadana: oportunidad para integrar una expedición paleontológica

Jocelyn Vallejos, de Punta Arenas, y Ana Patricia Ojeda, de Puerto Natales, fueron las dos seleccionadas entre más de 70 postulantes de la Región de Magallanes y Antártica Chilena para participar en febrero en un campamento científico que encontró nuevos vestigios fósiles en cerro Guido, Última Esperanza. La instancia fue organizada por los proyectos CORFO "Patagonia Fósil" y Fondecyt "Paleobiogeografía Antártica", liderados por el Dr. Marcelo Leppe, del INACH, y contó con el apoyo de La Prensa Austral.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21125>



"Antartikanos", un proyecto que busca redimensionar la identidad polar en Magallanes

Un taller de diseño para artesanos y emprendedores de la región, un evento TEDx en Punta Arenas, además de un set de creatividad e innovación para escolares son las tres iniciativas entrelazadas que el proyecto "Antartikanos" implementará durante este año con el objetivo de fomentar la identidad polar de la región más austral del país. Es una iniciativa formulada por el INACH y financiada por Corfo.

<http://www.inach.cl/inach/?p=21766>

LISTA DE PUBLICACIONES (WOS ISI) EN **CIENCIA ANTÁRTICA 2016**

A continuación presentamos la lista de publicaciones en ciencia antártica del año 2016, 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 Web of Science (WOS ISI).

AUTORES	TÍTULO	REVISTA	VOL	Nº	
1	Rudolph, I; Chiang, G; Galban-Malagon, C; Mendoza, R; Martinez, M; Gonzalez, C; Becerra, J; Servos, MR; Munkit-trick, KR; Barra, R	Persistent organic pollutants and porphyrins biomarkers in penguin faeces from Kopaitic Island and Antarctic Peninsula	SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	573	
2	Schiaffino, MR; Lara, E; Fernández, LD; Balague, V; Singer, D; Seppey, CCW; Massana, R; Izaguirre, I	Microbial eukaryote communities exhibit robust biogeographical patterns along a gradient of Patagonian and Antarctic lakes	ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY	18	12
3	Ortiz, M; Berríos, F; González, J; Rodríguez-Zaragoza, F; Gómez, I	Macroscopic network properties and short-term dynamic simulations in coastal ecological systems at Fildes Bay (King George Island, Antarctica)	ECOLOGICAL COMPLEXITY	28	
4	Bastías, J; Fuentes, F; Aguirre, L; Herve, F; Demant, A; Deckart, K; Torres, T	Very low-grade secondary minerals as indicators of palaeo-hydrothermal systems in the Upper Cretaceous volcanic succession of Hannah Point, Livingston Island, Antarctica	APPLIED CLAY SCIENCE	134	
5	Barriga, GP; Boric-Bargetto, D; Martin, MCS; Neira, V; Van Bakel, H; Thompson, M; Tapia, R; Toro-Ascuy, D; Moreno, L; Vásquez, Y; Sallaberry, M; Torres-Pérez, F; González-Acuña, D; Medina, RA	Avian Influenza Virus H5 Strain with North American and Eurasian Lineage Genes in an Antarctic Penguin	EMERGING INFECTIOUS DISEASES	22	12
6	Kennicutt, MC; Kim, YD; Rogan-Finnemore, M; Anandakrishnan, S; Chown, SL; Colwell, S; Cowan, D; Escutia, C; Frenot, Y; Hall, J; Liggett, D; McDonald, AJ; Nixdorf, U; Siegert, MJ; Storey, J; Wahlin, A; Weatherwax, A; Wilson, GS; Wilson, T; Wooding, R; Ackley, S; Biebow, N; Blankenship, D; Bo, S; Baeseman, J; Cárdenas, CA; Cassano, J; Danhong, C; Danobeitia, J; Francis, J; Guldahl, J; Hashida, G; Corbalán, LJ; Klepikov, A; Lee, J; Leppe, M; Lijun, F; López-Martínez, J; Memolli, M; Motoyoshi, Y; Bueno, RM; Negrete, J; Cardenas, MAO; Silva, MP; Ramos-García, S; Sala, H; Shin, H; Shijie, X; Shiraishi, K; Stockings, T; Trotter, S; Vaughan, DG; De Menezes, JVD; Vlasich, V; Weijia, Q; Winther, JG; Miller, H; Rintoul, S; Yang, H	Delivering 21st century Antarctic and Southern Ocean science	ANTARCTIC SCIENCE	28	6
7	Lavin, PL; Yong, ST; Wong, CMVL; De Stefano, M	Isolation and characterization of Antarctic psychrotroph <i>Streptomyces</i> sp strain INACH3013	ANTARCTIC SCIENCE	28	6
8	Tapia-Valdebenito, D; Ramírez, LAB; Arce-Johnson, P; Gutiérrez-Moraga, A	Salt tolerance traits in <i>Deschampsia antarctica</i> Desv.	ANTARCTIC SCIENCE	28	6
9	Mekarnia, D; Guillot, T; Rivet, JP; Schmider, FX; Abe, L; Goncalves, I; Agabi, A; Crouzet, N; Fruth, T; Barbieri, M; Bayliss, DDR; Zhou, G; Aristidi, E; Szulagyi, J; Daban, JB; Fantei-Caujolle, Y; Gouvret, C; Erikson, A; Rauer, H; Bouchy, F; Gerakis, J; Bouchez, G	Transiting planet candidates with ASTEP 400 at Dome C, Antarctica	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	463	1
10	Foppiano, AJ; Won, YI; Torres, XA; Flores, PA; Veloso, AD; Arriagada, MA	Ionosonde and optical determinations of thermospheric neutral winds over the Antarctic Peninsula	ADVANCES IN SPACE RESEARCH	58	10
11	Rodríguez-Rojas, F; Tapia, P; Castro-Nallar, E; Undabarrena, A; Muñoz-Díaz, P; Arenas-Salinas, M; Díaz-Vásquez, W; Valdes, J; Vásquez, C	Draft Genome Sequence of a Multi-Metal Resistant Bacterium <i>Pseudomonas putida</i> ATH-43 Isolated from Greenwich Island, Antarctica	FRONTIERS IN MICROBIOLOGY	7	
12	Hurt, AC; Su, YCF; Aban, M; Peck, H; Lau, H; Baas, C; Deng, YM; Spirason, N; Ellstrom, P; Hernandez, J; Olsen, B; Barr, IG; Vijaykrishna, D; González-Acuña, D	Evidence for the Introduction, Reassortment, and Persistence of Diverse Influenza A Viruses in Antarctica	JOURNAL OF VIROLOGY	90	21

13	Torres-Díaz, C; Gallardo-Cerda, J; Lavín, P; Oses, R; Carrasco-Urra, F; Atala, C; Acuna-Rodríguez, IS; Convey, P; Molina-Montenegro, MA	Biological Interactions and Simulated Climate Change Modulates the Ecophysiological Performance of <i>Colobanthus quitensis</i> in the Antarctic Ecosystem	PLOS ONE	11	10
14	Petlicki, M; Kinnard, C	Calving of Fuerza Aerea Glacier (Greenwich Island, Antarctica) observed with terrestrial laser scanning and continuous video monitoring	JOURNAL OF GLACIOLOGY	62	235
15	Givnish, T J; Spalink, D; Ames, M; Lyon, SP; Hunter, S J; Zuluaga, A; Doucette, A; Caro, GG; McDaniel, J; Clements, MA; Arroyo, MTK; Endara, L; Kriebel, R; Williams, NH; Cameron, KM	Orchid historical biogeography, diversification, Antarctica and the paradox of orchid dispersal	JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY	43	10
16	Rodrigo, C; Giglio, S; Varas, A	Glacier sediment plumes in small bays on the Danco Coast, Antarctic Peninsula	ANTARCTIC SCIENCE	28	5
17	Cincinelli, A; Martellini, T; Pozo, K; Kukucka, P; Audy, O; Corsolini, S	<i>Trematomus bernacchii</i> as an indicator of POP temporal trend in the Antarctic seawaters	ENVIRONMENTAL POLLUTION	217	
18	Jorquera, MA; Maruyama, F; Ogram, AV; Navarrete, OU; Lagos, LM; Inostroza, NG; Acuña, JJ; Rilling, JI; Mora, MD	Rhizobacterial Community Structures Associated with Native Plants Grown in Chilean Extreme Environments	MICROBIAL ECOLOGY	72	3
19	Santos, FD; Morgante, JS; Frere, E; Millones, A; Sander, M; Vianna, JD; Dantas, GPDM	Evolutionary history of the Kelp Gull (<i>Larus dominicanus</i>) in the southern hemisphere supported by multilocus evidence	JOURNAL OF ORNITHOLOGY	157	4
20	Lavín, P; Atala, C; Gallardo-Cerda, J; González-Aravena, M; De la Iglesia, R; Oses, R; Torres-Díaz, C; Trefault, N; Molina-Montenegro, MA; Laughinghouse, HD	Isolation and characterization of an Antarctic <i>Flavobacterium</i> strain with agarase and alginate lyase activities	POLISH POLAR RESEARCH	37	3
21	Órdenes-Aenishanslins, N; Anziani-Ostuni, G; Vargas-Reyes, M; Alarcón, J; Tello, A; Pérez-Donoso, JM	Pigments from UV-resistant Antarctic bacteria as photosensitizers in Dye Sensitized Solar Cells	JOURNAL OF PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOBIOLOGY B-BIOLOGY	162	
22	Potocki, M; Mayewski, PA; Kurbatov, AV; Simoes, JC; Dixon, DA; Goodwin, I; Carleton, AM; Handley, MJ; Jana, R; Korotkikh, EV	Recent increase in Antarctic Peninsula ice core uranium concentrations	ATMOSPHERIC ENVIRONMENT	140	
23	Pinones, A; Fedorov, AV	Projected changes of Antarctic krill habitat by the end of the 21st century	GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS	43	16
24	Castillo, P; Fanning, CM; Herve, F; Lacassie, JP	Characterisation and tracing of Permian magmatism in the south-western segment of the Gondwanan margin; U-Pb age, Lu-Hf and O isotopic compositions of detrital zircons from metasedimentary complexes of northern Antarctic Peninsula and western Patagonia	GONDWANA RESEARCH	36	
25	MacDonell, S; Sharp, M; Fitzsimons, S	Cryoconite hole connectivity on the Wright Lower Glacier, McMurdo Dry Valleys, Antarctica	JOURNAL OF GLACIOLOGY	62	234
26	Cornejo, A; Salgado, F; Caballero, J; Vargas, R; Simirgiotis, M; Areche, C	Secondary Metabolites in <i>Ramalina terebrata</i> Detected by UHPLC/ESI/MS/MS and Identification of Parietin as Tau Protein Inhibitor	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	17	8
27	Acuña, JJ; Durán, P; Lagos, LM; Ogram, A; Mora, MD; Jorquera, MA	Bacterial alkaline phosphomonoesterase in the rhizospheres of plants grown in Chilean extreme environments	BIOLOGY AND FERTILITY OF SOILS	52	6
28	Falvey, M; Rojo, PM	Application of a regional model to astronomical site testing in western Antarctica	THEORETICAL AND APPLIED CLIMATOLOGY	125	03-abr

29	González-Aravena, M; Urtubia, R; Del Campo, K; Lavín, P; Wong, CMVL; Cárdenas, CA; González-Rocha, G	Antibiotic and metal resistance of cultivable bacteria in the Antarctic sea urchin	ANTARCTIC SCIENCE	28	4
30	Palacios, J; Faúndez, C; Perez, R; Montoya, M; Lavín, P; Vaca, I; Martínez, C; Chávez, R	beta-Galactosidase activity in microorganisms isolated from Antarctic environments	NEW BIOTECHNOLOGY	33	
31	Ashcroft, MB; Casanova-Katny, A; Mengersen, K; Rosenskiel, TN; Turnbull, JD; Wasley, J; Waterman, MJ; Zúñiga, GE; Robinson, SA	Bayesian methods for comparing species physiological and ecological response curves	ECOLOGICAL INFORMATICS	34	
32	Acevedo, J; Torres, D; Aguayo-Lobo, A	Offspring kidnapping with subsequent shared nursing in Antarctic fur seals	POLAR BIOLOGY	39	7
33	Montiel, A; Quiroga, E; Gerdes, D; Ebbe, B	Polychaete diversity in the Scotia Arc benthic realm: Are polychaetes tracers for faunal exchange?	POLAR BIOLOGY	39	7
34	Moreno-Pino, M; De la Iglesia, R; Valdivia, N; Henríquez-Castillo, C; Galán, A; Diez, B; Trefault, N	Variation in coastal Antarctic microbial community composition at sub-mesoscale: spatial distance or environmental filtering?	FEMS MICROBIOLOGY ECOLOGY	92	7
35	Barahona, S; Yuivar, Y; Socias, G; Alcaíno, J; Cifuentes, V; Baeza, M	Identification and characterization of yeasts isolated from sedimentary rocks of Union Glacier at the Antarctica	EXTREMOPHILES	20	4
36	Fuentes, V; Alurralde, G; Meyer, B; Aguirre, GE; Cánepa, A; Wolf, AC; Hass, HC; Williams, GN; Schloss, IR	Glacial melting: an overlooked threat to Antarctic krill	SCIENTIFIC REPORTS	6	
37	Amaral, AR; Loo, J; Jaris, H; Olavarria, C; Thiele, D; Ensor, P; Aguayo, A; Rosenbaum, HC	Population genetic structure among feeding aggregations of humpback whales in the Southern Ocean	MARINE BIOLOGY	163	6
38	Cid, FP; Rilling, JI; Graether, SP; Bravo, LA; Mora, MD; Jorquera, MA	Properties and biotechnological applications of ice-binding proteins in bacteria	FEMS MICROBIOLOGY LETTERS	363	11
39	Watkins, JL; Reid, K; Ramm, D; Zhao, XY; Cox, M; Skaret, G; Fielding, S; Wang, XL; Niklitschek, E	The use of fishing vessels to provide acoustic data on the distribution and abundance of Antarctic krill and other pelagic species	FISHERIES RESEARCH	178	
40	Niklitschek, EJ; Skaret, G	Distribution, density and relative abundance of Antarctic krill estimated by maximum likelihood geostatistics on acoustic data collected during commercial fishing operations	FISHERIES RESEARCH	178	
41	Rabbia, V; Bello-Toledo, H; Jiménez, S; Quezada, M; Domínguez, M; Vergara, L; Gómez-Fuentes, C; Calisto-Ulloa, N; González-Acuña, D; López, J; González-Rocha, G	Antibiotic resistance in <i>Escherichia coli</i> strains isolated from Antarctic bird feces, water from inside a wastewater treatment plant, and seawater samples collected in the Antarctic Treaty area	POLAR SCIENCE	10	2
42	Plaza, DO; Gallardo, C; Straub, YD; Bravo, D; Pérez-Donoso, JM	Biological synthesis of fluorescent nanoparticles by cadmium and tellurite resistant Antarctic bacteria: exploring novel natural nanofactories	MICROBIAL CELL FACTORIES	15	
43	Huovinen, P; Ramírez, J; Gómez, I	Underwater Optics in Sub-Antarctic and Antarctic Coastal Ecosystems	PLOS ONE	11	5
44	Flores-Molina, MR; Rautenberger, R; Muñoz, P; Huovinen, P; Gómez, I	Stress Tolerance of the Endemic Antarctic Brown Alga <i>Desmarestia anceps</i> to UV Radiation and Temperature is Mediated by High Concentrations of Phlorotannins	PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOBIOLOGY	92	3

45	Damiani, A; Funke, B; López-Puertas, M; Santee, ML; Cordero, RR; Watanabe, S	Energetic particle precipitation: A major driver of the ozone budget in the Antarctic upper stratosphere	GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS	43	7
46	Boy, J; Godoy, R; Shibistova, O; Boy, D; McCulloch, R; De la Fuente, AA; Morales, MA; Mikutta, R; Guggenberger, G	Successional patterns along soil development gradients formed by glacier retreat in the Maritime Antarctic, King George Island	REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL	89	
47	Navarro, NP; Huovinen, P; Gómez, I	Stress tolerance of Antarctic macroalgae in the early life stages	REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL	89	
48	Rivas, C; Navarro, N; Huovinen, P; Gómez, I	Photosynthetic UV stress tolerance of the Antarctic snow alga <i>Chlorella</i> sp modified by enhanced temperature?	REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL	89	
49	Ovalle, EM; Foppiano, AJ; Stepanova, MV; Weatherwax, AT	Intermittency on simultaneous observations of riometer at several Antarctic locations	ADVANCES IN SPACE RESEARCH	57	6
50	Otero, RA	Taxonomic reassessment of <i>Hydralmosaurus</i> as <i>Styxosaurus</i> : new insights on the elasmosaurid neck evolution throughout the Cretaceous	PEERJ	4	
51	Fuentes-Lillo, E; Troncoso-Castro, JM; Cuba-Díaz, M; Rondanelli-Reyes, MJ	Pollen record of disturbed topsoil as an indirect measurement of the potential risk of the introduction of non-native plants in maritime Antarctica	REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL	89	
52	González, K; Gaitan-Espitia, J; Font, A; Cárdenas, CA; González-Aravena, M	Expression pattern of heat shock proteins during acute thermal stress in the Antarctic sea urchin, <i>Sterechinus neumayeri</i>	REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL	89	
53	Segovia-Rivera, V; Valdivia, N	Independent effects of grazing and tide pool habitats on the early colonisation of an intertidal community on western Antarctic Peninsula	REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL	89	
54	Cavieres, LA; Sáez, P; Sanhueza, C; Sierra-Almeida, A; Rabert, C; Corcuera, LJ; Alberdi, M; Bravo, LA	Ecophysiological traits of Antarctic vascular plants: their importance in the responses to climate change	PLANT ECOLOGY	217	3
55	Ellis, LT; Asthana, AK; Srivastava, P; Omar, I; Rawat, KK; Sahu, V; Cano, MJ; Costa, DP; Dias, EM; Dias dos Santos, N; Silva, JB; Fedosov, VE; Kozhin, MN; Ignatova, EA; Germano, SR; Golovina, EO; Gremmen, NJM; Ion, R; Stefanut, S; Von Konrat, M; Jiménez, MS; Suárez, GM; Kiebacher, T; Lebouvier, M; Long, DG; Maity, D; Ochyra, R; Parnikoza, I; Plasek, V; Fialova, L; Skoupa, Z; Poponessi, S; Aleffi, M; Sabovljevic, MS; Sabovljevic, AD; Saha, P; Aziz, MN; Sawicki, J; Suleiman, M; Sun, BY; Vana, J; Wojcik, T; Yoon, YJ; Zarnowiec, J; Larraín, J	New national and regional bryophyte records, 46	JOURNAL OF BRYOLOGY	38	1
56	Molina-Montenegro, MA; Galleguillos, C; Oses, R; Acuña-Rodríguez, IS; Lavin, P; Gallardo-Cerda, J; Torres-Díaz, C; Diez, B; Pizarro, GE; Atala, C	Adaptive phenotypic plasticity and competitive ability deployed under a climate change scenario may promote the invasion of <i>Poa annua</i> in Antarctica	BIOLOGICAL INVASIONS	18	3
57	Carrasco, M; Villarreal, P; Barahona, S; Alcaíno, J; Cifuentes, V; Baeza, M	Screening and characterization of amylase and cellulase activities in psychrotolerant yeasts	BMC MICROBIOLOGY	16	
58	Poblete, F; Roperch, P; Arriagada, C; Ruffet, G; De Arellano, CR; Herve, F; Poujol, M	Late Cretaceous-early Eocene counterclockwise rotation of the Fuegian Andes and evolution of the Patagonia-Antarctic Peninsula system	TECTONOPHYSICS	668	

59	Martin, A; Miloslavich, P; Díaz, Y; Ortega, I; Klein, E; Troncoso, J; Aldea, C; Carbonini, AK	Intertidal benthic communities associated with the macroalgae <i>Iridaea cordata</i> and <i>Adenocystis utricularis</i> in King George Island, Antarctica	POLAR BIOLOGY	39	2
60	Zúñiga-González, P; Zúñiga, GE; Pizarro, M; Casanova-Katny, A	Soluble carbohydrate content variation in <i>Sanionia uncinata</i> and <i>Polytrichastrum alpinum</i> , two Antarctic mosses with contrasting desiccation capacities	BIOLOGICAL RESEARCH	49	
61	Miya, T; Gon, O; Mwale, M; Poulin, E	Molecular systematics and taxonomic status of three latitudinally widespread nototheniid (Perciformes: Notothenioidei) fishes from the Southern Ocean	ZOOTAXA	4061	4
62	Molina-Montenegro, MA; Oses, R; Torres-Díaz, C; Atala, C; Zurita-Silva, A; Ruiz-Lara, S	Root-endophytes improve the ecophysiological performance and production of an agricultural species under drought condition	AOB PLANTS	8	
63	Avendaño-Herrera, R; Irgang, R; Poblete-Morales, M; Vásquez-Martínez, Y; Robles, C; Toro-Ascuy, D; Cortez-San Martín, M	Predominant bacteria associated with black rockcod (<i>Notothenia coriiceps</i> , Richardson 1844) from King George Island, Antarctica	BULLETIN OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF FISH PATHOLOGISTS	36	6
64	Cárdenas, CA; Newcombe, EM; Hajdu, E; González-Aravena, M; Geange, SW; Bell, JJ	Sponge richness on algae-dominated rocky reefs in the western Antarctic Peninsula and the Magellan Strait	POLAR RESEARCH	35	
65	Mansilla, A; Méndez, F; Murcia, S; Rodríguez, JP; Marambio, J; Rosenfeld, S; Yokoya, N; Bischof, K	Adjustment of pigment composition in <i>Desmarestia</i> (Desmarestiaceae) species along a sub-Antarctic to Antarctic latitudinal gradient	POLAR RESEARCH	35	
66	Padeiro, A; Amaro, E; dos Santos, MMC; Araujo, MF; Gomes, SS; Leppe, M; Verkulich, S; Hughes, KA; Peter, HU; Canario, J	Trace element contamination and availability in the Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica	ENVIRONMENTAL SCIENCE-PROCESSES & IMPACTS	18	6
67	Mayewski, PA; Kuli, A; Casassa, G; Arevalo, M; Dixon, DA; Grigholm, B; Handley, MJ; Hoffmann, H; Introne, DS; Kuli, AG; Potocki, M; Sneed, SB	Initial reconnaissance for a South Georgia ice core	JOURNAL OF GLACIOLOGY	62	231
68	Rodríguez-Rojas, F; Díaz-Vásquez, W; Undabarrena, A; Muñoz-Díaz, P; Arenas, F; Vásquez, C	Mercury-mediated cross-resistance to tellurite in <i>Pseudomonas</i> spp. isolated from the Chilean Antarctic territory	METALLOMICS	8	1
69	Krishnan, A; Convey, P; González-Rocha, G; Alias, SA	Production of extracellular hydrolase enzymes by fungi from King George Island	POLAR BIOLOGY	39	1
70	González-Wevar, CA; Chown, SL; Morley, S; Coria, N; Saucedo, T; Poulin, E	Out of Antarctica: quaternary colonization of sub-Antarctic Marion Island by the limpet genus <i>Nacella</i> (Patellogastropoda: Nacellidae)	POLAR BIOLOGY	39	1
71	Pinones, A; Hofmann, EE; Dinniman, MS; Davis, LB	Modeling the transport and fate of euphausiids in the Ross Sea	POLAR BIOLOGY	39	1
72	Villarreal, P; Carrasco, M; Barahona, S; Alcaíno, J; Cifuentes, V; Baeza, M	Tolerance to Ultraviolet Radiation of Psychrotolerant Yeasts and Analysis of Their Carotenoid, Mycosporine, and Ergosterol Content	CURRENT MICROBIOLOGY	72	1

BACH

BOLETÍN ANTÁRTICO CHILENO



INACH
Ministerio de
Relaciones
Exteriores

Gobierno de Chile

www.inach.gob.cl