

# COLOMBIA Y ANTÁRTICA: enlazadas por el mar y su biodiversidad

Idalyd Fonseca-González, M. Sc. Dr. Sc. Profesora del Instituto de Biología,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia.

Mario H. Londoño Mesa, M. Sc. Dr. Sc. Profesor del Instituto de Biología,  
Coordinador del Grupo de Investigación LimnoBasE y Biotamar, Facultad de  
Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia.

---

**“Yo tuve un sueño cuando tenía 22 años; soñé que algún día yo iría a la región del hielo y la nieve y seguiría yendo y yendo hasta llegar a convertirme en uno de los polos de la tierra”**

*- Ernest Shackleton, expedicionario del Polo Sur.*

---



La Antártica, el continente donde anida el polo sur de la tierra, es tan impresionante como extraordinaria. Impresionante es su silencio combinado con el sonido del viento, el caer de los copos de nieve y el murmullo de las olas que irrumpen en sus costas; impresionante es la distancia recorrida para llegar allí; impresionante es la mezcla monocromática de gris y blanco, donde los ángulos fuertes de las oscuras rocas son suavizados por las siluetas blancas de la nieve. Solo pequeños cúmulos de colores indicando la ubicación de las bases científicas y las ondeantes banderas representando a cada país, truncan el paisaje; impresionante es el azul limpio del cielo, del agua, de los glaciares.

Y es un lugar extraordinario. Un desierto enorme, cuya extensión mayor a los 14.500.000 km<sup>2</sup> cuadrados ampara cerca del 80% de las reservas de agua dulce de nuestro planeta; es el sitio más frío, contradictoriamente más seco y con más viento en la tierra. Su flora, aunque escasa es única; en ausencia de árboles y arbustos, solo musgos, líquenes, y algunos pastos resaltan entre las rocas y colinas que se extienden por todo el continente. Su fauna, por el contrario, es más abundante, aunque igual de asombrosa. En tierra, pingüinos de diferentes especies pasean distraída y graciosamente; se

observan también especies de lobos y elefantes marinos reposando en las playas, mientras skuas, gaviotas y cormoranes cruzan el cielo. En el agua, la biodiversidad de animales marinos es tan impresionante como desconocida; ballenas, peces y hordas del diminuto krill, así como numerosos invertebrados, todos ellos fuertemente equipados para tolerar las gélidas aguas de la Antártica gracias a una diversidad de adaptaciones fisiológicas que suscitan el interés de exploradores de todo el mundo. Cada verano austral, y cada año con más frecuencia, turistas e investigadores de diversas nacionalidades visitan la Antártica. Los turistas llegan deseosos por confirmar la sorprendente belleza de un paisaje prístino que puede desvanecerse; los investigadores arriban anhelando describir las razones que puedan impedirlo.

Antártica significa literalmente “opuesto al Ártico” y Ártico quiere decir “Tierra de osos”. Antártica también significa “Reserva natural consagrada a la paz y a la ciencia”. Esta designación le permite ser el único lugar en nuestro mundo donde los países desarrollan investigación científica conjunta; esta cooperación es consecuencia de un tratado firmado en 1959, sorprendentemente durante el desarrollo de la guerra fría. Investigar en el Continente Blanco

Muestreo intermareal en Bahía Fildes, Isla del Rey Jorge





representa la mayor oportunidad de colaborar con países con los que, bajo otras circunstancias, las relaciones internacionales no serían posibles y tal vez, tampoco las mejores.

Este tratado y el trabajo entre países han permitido mantener la protección ambiental y escasa intervención humana de las que aún goza la Antártica. Visitarla es una experiencia única, quizás comparable con observar el mar por primera vez. Es un privilegio reservado para los científicos interesados en desvelar los secretos de esta "Dama Blanca". Secretos que pueden ayudar a entender que lo que sucede en la Antártica puede tener consecuencias dramáticas directas e indirectas sobre las poblaciones humanas.

Cada vez es mayor el reconocimiento del papel de este continente en la regulación de procesos con implicaciones globales, en particular los relacionados con el calentamiento global, el cambio climático y la absorción de carbono. Estos cambios ambientales se han vuelto más relevantes que nunca para la comunidad mundial y sus gobiernos, demostrando que el entendimiento de estos fenómenos en la

Antártica es crucial para contrarrestar sus efectos.

Ahora bien, aunque el cambio en el planeta ha sido la norma y eventos intrínsecos como la actividad volcánica o extrínsecos como los grandes impactos de meteoritos resultaron, a veces, en condiciones hostiles que aumentaron las tasas de extinción y colapsaron los ecosistemas, ahora hay evidencias que las actividades humanas están impulsando cambios en una escala similar a estos últimos eventos.

---

**Los cambios observados en la Antártica, por sutiles que sean, pueden afectar nuestro clima transformándolo sustancialmente.**

---

Pero, ¿Por qué estudiar la Antártica si está "muy lejos" como para afectarnos? ¿Para qué estudiarla si en nuestros dos mares "colombianos" falta mucho por hacer y conocer? Responder estas preguntas implica considerar que en la Antártica no hay tierra de algún país, no

hay barreras ni límites geopolíticos; tampoco hay límites climáticos, biológicos ni oceanográficos en el planeta. Por lo tanto, si algo ocasiona que el planeta cambie, que las corrientes se calienten, que la composición de especies se altere, que los ritmos de precipitaciones se modifiquen, estos cambios no se detendrán en los límites colombianos.



Bases antárticas científicas de Chile y Rusia, en Bahía Fildes, Isla del Rey Jorge.



Base del Instituto Antártico Chileno, INACH, Prof. Julio Escudero, en Isla del Rey Jorge.

Podemos también pensar en el efecto mariposa, el cual plantea que el aleteo de una mariposa en alguna parte del planeta, ocasionaría un huracán devastador en otro lugar. Así, los cambios que podemos observar en la Antártica, por sutiles que sean, pueden afectar nuestro clima local transformándolo sustancialmente, con efectos severos si no estamos preparados para estos. Por ejemplo, el viento es aire en movimiento producido por el diferencial de temperaturas entre el trópico y la Antártica; si el diferencial disminuye, la cantidad de viento también disminuye localmente, ocasionando que las condiciones se mantengan estables por más tiempo. Esta estabilidad puede tener efectos adversos, pues la falta de recambio atmosférico podría resultar en la acumulación de gases nocivos y una consecuente emergencia ambiental como la que afecta actualmente al Valle de Aburrá.

El océano, al cubrir el 71% de la superficie de la Tierra, nutre de vida nuestro planeta y desempeña un papel dominante en la regulación del clima. Dado que la convergencia de todos los océanos del planeta, incluyendo las aguas del Pacífico y del Atlántico, que incluyen el mar Caribe colombiano, ocurre en la Antártica la convierte en uno de los principales moduladores del clima mundial. Sus frías corrientes marinas interactúan con corrientes que recorren el globo en forma de un cinturón que puede tardar un millón de años para volver al mismo lugar, y a su paso interactúa con el sistema de corrientes de Humboldt, condicionando el clima planetario.

Gusanos marinos poliquetos recolectados en la zona submareal de las playas de la Isla del Rey Jorge, Península Antártica.

Lamentablemente, en el Océano Austral, y la Península Antártica, las temperaturas y acidificaciones están cambiando a más del doble del promedio mundial. El aumento en la temperatura oceánica obliga a que las corrientes marinas sean más severas, generando, con mayor frecuencia, zonas con surgencias de aguas frías en los trópicos, procedentes de las regiones polares, y un descongelamiento de las zonas polares debido a las corrientes cálidas superficiales procedentes de las regiones tropicales. Este descongelamiento de los glaciares aumenta el volumen del océano y eleva el nivel del mar, afectando nuestras poblaciones costeras.

El calentamiento del océano puede también disminuir su productividad, alterando la dinámica de la cadena alimenticia, reduciendo la abundancia de las especies y sus hábitats, cambiando las distribuciones de especies y beneficiando la entrada de especies foráneas.

La Antártica es entonces un escenario adecuado para desarrollar estudios relacionados con los efectos de las fluctuaciones de la temperatura sobre el crecimiento y la distribución latitudinal y vertical de invertebrados acuáticos, así como las variaciones en sus rangos biogeográficos. Mayor también es el interés por estudiar los aportes de la biodiversidad antártica, en relación con las adaptaciones de los organismos a estas extremas condiciones, al igual que las posibles aplicaciones de tales adaptaciones. No obstante, aún es escasa la comprensión de los fenómenos fisiológicos que les permiten a estas especies no solo desarrollarse en las condiciones extremas del ambiente en que habitan, sino tolerar



Julio - Diciembre 2017

tales cambios.

Las especies de invertebrados marinos que habitan las regiones polares y tropicales son muy vulnerables al calentamiento del océano, debido a la intolerancia fisiológica a nuevos entornos, dada la relativa estabilidad térmica de sus hábitats, y limitaciones en la plasticidad fenotípica. Entender su vulnerabilidad nos puede permitir predecir lo que el calentamiento global causará si no encontramos la forma de controlarlo.

Acercarse a ese entendimiento fue la meta que llevó a tres investigadores “tropicales” a estudiar los organismos antárticos, si bien la biodiversidad de nuestras cálidas aguas colombianas es considerablemente mayor. Con el apoyo de la Rectoría y la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Antioquia, de la Comisión Colombiana del Océano (CCO), y de los Programas Antárticos de los gobiernos de Argentina y Chile, los profesores Idalyd Fonseca González, Mario H. Londoño Mesa y Jean Paul Delgado, adscritos al Instituto de Biología de la UdeA visitaron, como parte de la III Expedición Colombiana a la Antártica Almirante Padilla Verano Austral 2016–2017, entre el 17 de febrero y el 11 de marzo, la base chilena Profesor Julio Escudero, ubicada en la bahía Fildes, Isla del Rey Jorge, perteneciente a las Islas Shetland del Sur,

Península Antártica. Con esta visita inició la primera etapa del proyecto de investigación “Comparación de la expresión de proteínas de choque térmico y enzimas detoxificantes entre poliquetos tropicales y antárticos bajo condiciones de estrés térmico agudo”.

El objetivo general de esta propuesta es conocer cómo el grupo de gusanos marinos, denominados Poliquetos, provenientes de dos ambientes extremos (aguas tropicales y aguas antárticas) responden ante los cambios drásticos en la temperatura, comparando la expresión de sus proteínas, bajo el supuesto que la capacidad de generar mecanismos metabólicos protectores contrarreste el daño generado por el estrés térmico y oxidativo, al que se someterán estas especies en un posible escenario de cambio climático.

Ante un estrés térmico, los organismos expresan una gama de respuestas y estrategias celulares especie-específicas determinantes para su supervivencia, y que dependerán tanto de la naturaleza como del grado de estrés. Algunas de éstas son la protección contra la desnaturalización mediante proteínas anticongelantes y la expresión de sistemas enzimáticos protectores antioxidantes. La exposición al estrés térmico puede afectar también la actividad metabólica influyendo sobre el consumo de oxígeno

---

**La capacidad de expresar mecanismos metabólicos protectores como las proteínas de choque térmico y enzimas detoxificantes puede contrarrestar el daño generado por el estrés térmico y oxidativo**

---

Pingüinos Papua, *Pygoscelis papua*.

y la demanda de energía, induciendo la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y disparando las defensas antioxidantes a fin de evitar el daño celular.

Los poliquetos son anélidos poco estudiados en relación con los efectos que el cambio climático pueda tener sobre su fisiología, pese a que son el grupo más abundante en el bentos; son reconocidos como especies bioindicadoras, al responder a cambios en las condiciones marinas, como la temperatura, la salinidad, la concentración de oxígeno y la presencia de algunos contaminantes. Estas respuestas pueden observarse en términos tanto de índices ecológicos como abundancia, riqueza y diversidad, así como en respuestas fisiológicas como tamaño, composición sanguínea, y actividad y movilidad, entre otras.

Considerando su termo-sensibilidad, los poliquetos pueden ser un modelo adecuado para estudiar variaciones en la temperatura oceánica local que permitan inferir los efectos de posibles cambios en la temperatura oceánica planetaria sobre los ecosistemas marinos. Al comparar los cambios moleculares producidos por un estrés térmico agudo en poblaciones de poliquetos antárticos y tropicales, podremos evidenciar algunos de los procesos particulares que conducen a estos cambios. Esto contribuirá a evidenciar y entender que el planeta está cambiando, y cómo sus poblaciones responderán ante dicho cambio, o si, por el contrario, desaparecerán.

Los resultados de esta investigación se sumarán a los obtenidos por otros proyectos de investigación que desarrollan científicos colombianos bajo la sombra del Programa Antártico Colombiano (PAC). Estas propuestas hacen parte de la iniciativa del gobierno colombiano de potenciar la investigación hacia ese continente, en aras de posicionar al país en el escenario Antártico y contribuir con la protección, conservación y mantenimiento de la paz en esta zona del planeta, a la vez que se fortalece el intercambio de información científica, y la transferencia de conocimientos. Para tal propósito, el país incrementó su participación en el Sistema de Tratado Antártico (STA), procurando cambiar su estatus de Miembro Adherente (con voz) a Miembro Consultivo (con voz y voto). Así mismo, se pretende reforzar la cooperación internacional, ya que ésta es el medio más utilizado para afrontar los retos científicos, técnicos, logísticos y financieros que demanda la incursión al Continente Blanco. Para lograr esto, y según la Agenda Antártica Colombiana 2013-2035, Colombia tiene como su máximo objetivo, establecer una base científica antártica. ✕

## Los fenómenos fisiológicos que les permiten a las especies desarrollarse en las condiciones extremas del ambiente en que habitan y tolerar los cambios, aún están por conocerse

Fauna antártica presente en la Isla del Rey Jorge: A. Skua; B. Lobo marino; C. Gaviota antártica.





Panorámica de la base china La Gran Murallá, Isla del Rey Jorge, Península Antártica.



Lobera al suroeste de la Isla del Rey Jorge, Península Antártica.

**Comparar los cambios moleculares producidos durante el estrés térmico agudo en poblaciones de poliquetos antárticos y tropicales, permitirá entender los efectos del cambio climático sobre la fisiología de estos organismos**



Finales del Verano austral en Isla del Rey Jorge, Península Antártica.

## Glosario:

**Antártica:** Denominación que se le da en Chile al continente Antártico, también conocido como Antártida.

**Antioxidante:** molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células.

**Bentos:** comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos. El bentos se distingue del plancton y del necton, formados por organismos que habitan en la columna de agua.

**Biodiversidad:** variedad de organismos considerada en todos los niveles, desde genes hasta comunidades. Totalidad de la diversidad biológica.

**Calentamiento global:** es un aumento de la temperatura de la atmósfera terrestre observado desde finales del siglo XIX. Desde que se realizan mediciones confiables, se observa un aumento de aproximadamente 0.8 °C, dos tercios de este aumento desde 1980. Hay una certeza del 95% de que la causa del calentamiento es el aumento de gases de efecto invernadero que resultan de las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles (carbón, gasolina, gas natural y petróleo) y la deforestación.

**Cambio climático:** es un cambio, significativo y duradero, de los patrones locales o globales del clima, cuyas causas pueden ser naturales, como las variaciones en la energía que se recibe del Sol,

erupciones volcánicas, circulación oceánica y procesos biológicos, entre otros, o puede ser causado por influencia antrópica (por las actividades humanas), a través de la emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases que atrapan calor, o por alteración del uso de grandes extensiones de suelos que causan, finalmente, un calentamiento global.

**Estrés térmico:** carga de calor que los organismos reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales de su hábitat. El estrés térmico puede alterar la fisiología de los organismos.

**Plasticidad fenotípica:** cambio en las características de un organismo en respuesta a una señal ambiental. Es decir, la propiedad de un genotipo de producir más de un fenotipo cuando el organismo se halla en diferentes condiciones ambientales.

**Proteínas:** macromoléculas biológicas formadas por aminoácidos que se unen mediante enlaces peptídicos. Algunas de sus funciones en las células incluyen: enzimas, anticuerpos, transporte, movimiento, señalización.

**Surgencias de aguas:** fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de las masas de agua, desde niveles profundos hacia la superficie. Este fenómeno también se denomina afloramiento y las aguas superficiales presentan generalmente un movimiento de divergencia horizontal característico.

**Verano Austral:** estación cálida que ocurre en el hemisferio sur. En la Antártica, esta estación sucede entre diciembre y marzo.

---

**“En el momento en que es posible que treinta personas se paren en la cima del Everest en un día, la Antártica sigue siendo un continente remoto, solitario y desolado. Un lugar en el que es posible ver el esplendor y la inmensidad del mundo natural en su forma más dramática y, lo que es más, presenciarlos casi exactamente como lo fueron, mucho antes que los seres humanos llegaran a la superficie de este planeta. Puede que permanezca así”.**

*- David Attenborough, naturalista.*

---

Panorámica de las bases antárticas de Chile (Prof. Julio Escudero) y Rusia (Bellingshausen), en bahía Fildes, Isla del Rey Jorge, Península Antártica.