

University of Wollongong

Research Online

Faculty of Science, Medicine and Health -
Papers: Part B

Faculty of Science, Medicine and Health

2021

Understanding Antarctic terrestrial biological systems in a changing climate

Shae Jones

University of Wollongong, slj932@uowmail.uow.edu.au

Georgia Watson

University of Wollongong, georgiaw@uow.edu.au

Follow this and additional works at: <https://ro.uow.edu.au/smhpapers1>

Publication Details Citation

Jones, S., & Watson, G. (2021). Understanding Antarctic terrestrial biological systems in a changing climate. Faculty of Science, Medicine and Health - Papers: Part B. Retrieved from <https://ro.uow.edu.au/smhpapers1/1801>

Research Online is the open access institutional repository for the University of Wollongong. For further information contact the UOW Library: research-pubs@uow.edu.au

Understanding Antarctic terrestrial biological systems in a changing climate

Abstract

Antarctica is known for its unique flora and fauna; however, the current rate of change occurring across the continent threatens many of these species. Rapid changes in Antarctic ecosystems have been observed. Long-term monitoring, an essential component of ecological research, is needed to monitor these changes. Knowing how Antarctica's ecological communities are responding to environmental changes is vital in understanding community resilience and resistance, predicting regime shifts, and providing crucial information for management and policy development. Current long-term biodiversity monitoring of Antarctic terrestrial communities is limited by spatial and species biases. Inconsistencies in the methodologies used for monitoring further limits our ability to draw comprehensive comparisons between studies. This demonstrates the need for harmonised protocols and data sharing in Antarctic research.

Publication Details

Jones, S. & Watson, G. (2021). Comprendiendo los sistemas biológicos terrestres de la Antártica en un clima cambiante. *Boletín Antártico Chileno*, 40 (2), 25-28.

El profesor Gustavo Zúñiga y la Dra. Melinda Waterman miden la fluorescencia del musgo, como medida de la salud de las plantas, en cámaras abiertas que simulan el cambio climático a través del calentamiento pasivo (fotografía de Harry Díaz, en bahía Collins, enero de 2019).



Comprendiendo los sistemas biológicos terrestres de la Antártica en un clima cambiante



Shae Jones

Universidad de Wollongong, Australia

La Antártica es conocida por su flora y fauna únicas; sin embargo, el actual ritmo de cambio que se está produciendo en el continente amenaza a muchas de estas especies. Se han observado cambios rápidos en los ecosistemas antárticos. Para controlar estos cambios es necesario un seguimiento a largo plazo, un componente esencial de la investigación ecológica.



Georgia Watson

Universidad de Wollongong, Australia

(Revisado por Diana King, Melinda Waterman y Sharon Robinson)

Saber cómo responden las comunidades ecológicas de la Antártica a los cambios ambientales es vital para entender la resiliencia y resistencia de las comunidades, predecir los cambios de régimen y proporcionar información crucial para la gestión y el desarrollo de políticas.

El actual seguimiento a largo plazo de la biodiversidad de las comunidades terrestres antárticas está limitado por sesgos espaciales y de especies. Las incoherencias en las metodologías utilizadas para el seguimiento limitan aún más nuestra capacidad para establecer comparaciones exhaustivas entre los estudios. Esto demuestra la necesidad de armonizar los protocolos y compartir los datos en la investigación antártica.

El cambio climático es el mayor reto al que se enfrentan las especies y las comunidades ecológicas en este siglo. A medida que las concentraciones de gases de efecto invernadero siguen aumentando, se prevé que las comunidades de las regiones polares se vean gravemente afectadas por el aumento de la temperatura (Goosse *et al.*, 2018). La península Antártica y las islas subantárticas ya han experimentado cambios a gran escala en el medioambiente, como el retroceso de los glaciares (Cook *et al.*, 2016), fenómenos meteorológicos extremos y anómalos (Robinson *et al.*, 2020) y cambios en la distribución del hielo marino (Hobbs *et al.*, 2016).

El cambio en la Antártica ha sido muy regional. En la última mitad del siglo XX, el calentamiento de la superficie en partes de la península Antártica y la Antártica Occidental fue uno de los más rápidos del planeta (Turner *et al.*, 2005; Turner *et al.*, 2014; Turner *et al.*, 2016). Aunque la Antártica Oriental no ha experimentado las tendencias de calentamiento a largo plazo observadas en el oeste, otros factores climáticos, como vientos más fuertes y modificación en el régimen de precipitaciones, hacen que las comunidades ecológicas de esta región experimenten sequías (Robinson *et al.*, 2018).

En la Península, el rápido calentamiento puede alterar las comunidades biológicas y aumentar el riesgo de establecimiento de especies invasoras, ya que la tasa de introducción de especies no nativas supera la colonización natural en la Antártica (Siegert *et al.*, 2019). Se espera que la tendencia al “reverdecimiento” de la Península continúe a medida que el hielo retroceda y las comunidades de plantas vasculares y musgos nativos sigan expandiéndose (Siegert *et al.*, 2019).

La disponibilidad de agua es un factor limitante importante en las comunidades antárticas; la presencia o ausencia de este recurso clave impulsa la estructura y la función de la comunidad.

La biodiversidad terrestre se limita en gran medida a los refugios libres de hielo a lo largo de la costa del continente (Terauds & Lee, 2016). La dureza del ecosistema restringe los residentes permanentes a organismos más pequeños y resistentes, como briófitas, líquenes, invertebrados y microinvertebrados, así como microbios y hongos (Convey *et al.*, 2014).

A pesar de la variación regional del cambio climático en la Antártica, los factores climáticos que favorecen o restringen la disponibilidad de agua pueden modificar la distribución de las

especies y la estructura de la comunidad en toda la Antártica.

Las condiciones más húmedas y cálidas del oeste promueven el crecimiento de la vegetación, favoreciendo a las especies vasculares, como la invasora *Poa annua*, frente a las plantas endémicas (*Deschampsia antarctica*, *Colobanthus quitensis* y briófitas) (Frenot *et al.*, 2005; Duffy *et al.*, 2017).

En el este, sin embargo, el aumento de los vientos ha potenciado la desecación y ha reducido el deshielo, disminuyendo el agua disponible para los lechos de musgo y los líquenes de la región (Robinson *et al.*, 2018). Esto ha provocado un rápido cambio en la composición de la comunidad, pasando de las especies de musgo que prefieren los hábitats húmedos a las que toleran condiciones más secas (Robinson *et al.*, 2018).

La modificación de los regímenes hídricos en la isla subantártica de Macquarie también se ha atribuido al rápido retroceso de la planta en cojín *Azorella macquariensis*, ahora en peligro crítico (Bergstrom *et al.*, 2015).

Estos ejemplos ilustran cómo las tendencias a largo plazo de los cambios de régimen climático ya están remodelando las comunidades terrestres antárticas (Bergstrom *et al.* 2021), sin embargo, lo que es más difícil de captar son



los efectos que los eventos climáticos extremos pueden tener en los frágiles ecosistemas de la Antártica.

Los fenómenos climáticos extremos, como las olas de calor, pueden poner a las comunidades ecológicas al borde de sus límites fisiológicos. Tales eventos pueden tener impactos considerables en las especies, pero su naturaleza estocástica significa que sus efectos son más difíciles de documentar.

En el verano de 2019/2020 se produjo una de las primeras olas de calor documentadas en la Antártica Oriental (Robinson *et al.*, 2020). Los pulsos de eventos de calor extremo, además de la presión constante del calentamiento de las temperaturas, amenazan con exacerbar el cambio en la Antártica (Bergstrom *et al.*, 2021).

La amenaza del cambio climático sobre las comunidades de vegetación terrestre de la Antártica se acentúa cuando se considera además la creciente presencia humana en el continente (Bender *et al.*, 2016; Leihy *et al.*, 2020). La rápida evolución del medioambiente antártico pone de manifiesto la necesidad de un seguimiento ecológico.

Sin embargo, el monitoreo exitoso de los cambios a gran escala en los ecosistemas antárticos requiere estándares consistentes de recolección de

datos. Esto es particularmente importante para comparar los cambios en los ecosistemas antárticos y determinar qué regiones, comunidades y especies están en riesgo y necesitan una mayor protección.

Estandarizar el monitoreo de la biodiversidad en la Antártica

En la actualidad, los estudios de seguimiento están limitados por la incoherencia metodológica, lo que dificulta la comparación de los resultados de un estudio con otro y la obtención de conclusiones amplias sobre el estado de los ecosistemas antárticos.

La biodiversidad antártica se ha medido sobre el terreno utilizando técnicas de muestreo y fotografía y comparando los cambios en el crecimiento y la composición de las especies en, al menos, dos puntos temporales.

Sin embargo, las técnicas de campo y los análisis realizados son muy variables y a menudo solo se producen en períodos cortos, por ejemplo, menos de 3 años. Esto hace que las comparaciones a lo largo del tiempo entre estudios y lugares sean extremadamente difíciles. Para captar y comparar cómo está cambiando la biodiversidad terrestre de la Antártica en todo el continente, necesitamos un seguimiento biológico

exhaustivo combinado con datos meteorológicos en tiempo real del mismo lugar. Esto implica una recogida y un intercambio de datos uniformes, con un hincapié en la colaboración internacional en los esfuerzos de investigación.

El Grupo de Expertos del Sistema de Observación Terrestre y Costera del Comité Científico de Investigación Antártica (ANTOS, <https://www.scar.org/science/antos/home/>) está desarrollando protocolos estandarizados para la recolección de datos, garantizando que los datos obtenidos sean coherentes, compatibles y comparables.

En todo el continente, el seguimiento biológico se centra en las aves y mamíferos marinos de mayor tamaño, como los pingüinos y las focas, y en las regiones del continente más accesibles para la investigación, como la Antártica Marítima (Jones *et al.*, en preparación). Las comunidades biológicas que no entran en estas categorías están infraobservadas o no se vigilan en absoluto.



Link a página de ANTOS
(en inglés).

El equipo internacional del proyecto NSF/INACH, dirigido por la profesora Angélica Casanova-Katny, trabaja en el emplazamiento del glaciar Collins, donde las cámaras abiertas simulan el cambio climático calentando el aire que rodea a los musgos. El equipo que aparece en la foto incluye investigadores de la Universidad de Wollongong, la Universidad Estatal de Portland y la Universidad de Católica de Temuco (foto de Andrew Netherwood en el campo Collins, enero de 2015).





La Dra. Sharon Robinson (izquierda) y la Dra. Melinda Waterman (derecha) en la isla Ardley, una Zona Antártica Especialmente Protegida, después de instalar registradores de temperatura para hacer un seguimiento de las condiciones ambientales en los ricos lechos de musgo (fotografía de Andrew Netherwood, en la isla Ardley, enero de 2015).

El desarrollo de un sistema de observación en toda la Antártica, como propone ANTOS, tiene como objetivo llenar las lagunas del monitoreo actual, armonizando los protocolos de recolección de datos, facilitando su intercambio y las colaboraciones internacionales.

Para combatir los sesgos en las ubicaciones de monitoreo, los sitios de monitoreo propuestos se centrarán en los *hotspots* de la biodiversidad, estarán distribuidos uniformemente y representarán las 16 Regiones Biogeográficas de Conservación de la Antártica (Terauds y Lee, 2016).

La instrumentación moderna y las comunicaciones por satélite permitirían acceder a datos en tiempo real tanto de la salud de la biodiversidad como de las condiciones ambientales actuales.

Mediante el intercambio de datos, el impacto del muestreo podría minimizarse gracias a una mayor eficiencia, ahorrando tiempo y esfuerzo, mejorando los resultados de las expediciones y protegiendo la valiosa biodiversidad de la Antártica.

Si tuviéramos un sistema de vigilancia en toda la Antártica, ya sabríamos cómo han respondido los ecosistemas antárticos a la ola de calor de 2020.

Significaría que los escolares de todo el mundo podrían estudiar la Antártica desde sus escuelas y el público podría participar en la ciencia ciudadana antártica desde casa. Verían cómo el cambio climático está afectando al Continente Helado de primera mano.

Hace treinta años, el Protocolo de Madrid designó a la Antártica como “reserva natural, dedicada a la paz y a la ciencia”. ANTOS podría hacer que la ciencia antártica estuviera abierta a todos.*

Agradecimientos

Los experimentos mostrados en las fotografías que acompañan este artículo fueron apoyados por las siguientes subvenciones: Proyecto FONDECYT 1140189, Proyecto FONDECYT 1120895 y Proyecto INACH RT-14-17.

Referencias

- Bender NA, Crosbie K, Lynch HJ. 2016. Patterns of tourism in the Antarctic Peninsula region: A 20-year analysis. *Antarctic Science* 28(3): 194-203.
- Bergstrom DM, Bricher PK, Raymond B, Terauds A, Doley D, McGeoch MA, Whinam J, Glen M, Yuan Z, Kiefer K, et al. 2015. Rapid collapse of a sub-Antarctic alpine ecosystem: the role of climate and pathogens. *Journal of Applied Ecology* 52(3): 774-783.
- Bergstrom DM, Wienecke BC, van den Hoff J, Hughes L, Lindenmayer DB, Ainsworth TD, Baker CM, Bland L, Bowman DMJS, Brooks ST, et al. 2021. Combating ecosystem collapse from the tropics to the Antarctic. *Global Change Biology* 27(9): 1692-1703.
- Convey P, Chown SL, Clarke A, Barnes DKA, Bokhorst S, Cummings V, Ducklow HW, Frati F, Green TGA, Gordon S, et al. 2014. The spatial structure of antarctic biodiversity. *Ecological Monographs* 84(2): 203-244.
- Cook AJ, Holland PR, Meredith MP, Murray T, Luckman A, Vaughan DG. 2016. Ocean forcing of glacier retreat in the western Antarctic Peninsula. *Science* 353(6296): 283-286.
- Duffy GA, Coetzee BWT, Latombe G, Akerman AH, McGeoch MA, Chown SL. 2017. Barriers to globally invasive species are weakening across the Antarctic. *Diversity and Distributions* 23(9): 982-996.
- Frenot Y, Chown SL, Whinam J, Selkirk PM, Convey P, Skotnicki M, Bergstrom DM. 2005. Biological invasions in the Antarctic: Extent, impacts and implications. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 80(1): 45-72.
- Goosse H, Kay JE, Armour KC, Bodas-Salcedo A, Chepfer H, Docquier D, Jonko A, Kushner PJ, Lecomte O, Massonnet F, et al. 2018. Quantifying climate feedbacks in polar regions. *Nature Communications* 9(1): 1919.
- Hobbs WR, Massom R, Stammerjohn S, Reid P, Williams G, Meier W. 2016. A review of recent changes in Southern Ocean sea ice, their drivers and forcings. *Global and Planetary Change* 143: 228-250.
- Leihy RI, Coetzee BWT, Morgan F, Raymond B, Shaw JD, Terauds A, Bastmeijer K, Chown SL. 2020. Antarctica's wilderness fails to capture continent's biodiversity. *Nature* 583(7817): 567-571.
- Robinson SA, King DH, Bramley-Alves J, Waterman MJ, Ashcroft MB, Wasley J, Turnbull JD, Miller RE, Ryan-Colton E, Benny T, et al. 2018. Rapid change in East Antarctic terrestrial vegetation in response to regional drying. *Nature Climate Change* 8(10): 879-884.
- Robinson SA, Klekociuk AR, King DH, Pizarro Rojas M, Zúñiga GE, Bergstrom DM. 2020. The 2019/2020 summer of Antarctic heatwaves. *Global Change Biology*.
- Siebert M, Atkinson A, Banwell A, Brandon M, Convey P, Davies B, Downie R, Edwards T, Hubbard B, Marshall G, et al. 2019. The Antarctic Peninsula Under a 1.5°C Global Warming Scenario. *Frontiers in Environmental Science* 7(102).
- Terauds A, Lee JR. 2016. Antarctic biogeography revisited: updating the Antarctic Conservation Biogeographic Regions. *Diversity and Distributions* 22(8): 836-840.
- Turner J, Barrand NE, Bracegirdle TJ, Convey P, Hodgson DA, Jarvis M, Jenkins A, Marshall G, Meredith MP, Roscoe H, et al. 2014. Antarctic climate change and the environment: An update. *Polar Record* 50(3): 237-259.
- Turner J, Colwell SR, Marshall GJ, Lachlan-Cope TA, Carleton AM, Jones PD, Lagun V, Reid PA, Iagovkina S. 2005. Antarctic climate change during the last 50 years. *International Journal of Climatology* 25(3): 279-294.
- Turner J, Lu H, White I, King JC, Phillips T, Hosking JS, Bracegirdle TJ, Marshall GJ, Mulvaney R, Deb P. 2016. Absence of 21st century warming on Antarctic Peninsula consistent with natural variability. *Nature* 535(7612): 411-415.