

# FAVORECIENDO EL DIÁLOGO ENTRE LA CLIMATOLOGÍA Y LA ECOLOGÍA PARA ESTUDIAR LA COSTRA BIOLÓGICA DEL SUELO: EL PROYECTO SOUTHSKIN

Sergio Velasco Ayuso<sup>1,3,4</sup>, Juan Ignacio Martínez<sup>1,3,4</sup>, Romina C. Ruscica<sup>1,3,4</sup>, Federico M. Ibarbalz<sup>1,3,4</sup>, Laura Yahdjian<sup>5</sup>, Pedro Flombaum<sup>2,3,4</sup>  
[sergio.velasco.ayuso@cima.fcen.uba.ar](mailto:sergio.velasco.ayuso@cima.fcen.uba.ar)

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup>CONICET – Universidad de Buenos Aires, Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA), Buenos Aires, Argentina

<sup>4</sup>CNRS – IRD – CONICET – UBA, Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI), Buenos Aires, Argentina

<sup>5</sup>Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVA-CONICET), Facultad de Agronomía (FAUBA-UBA), Buenos Aires, Argentina

**Palabras clave:** bioclimatología; proyecto SouthSkin; Argentina

## 1) INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas áridos y semiáridos del mundo comprenden casi la mitad de la superficie terrestre total (Prävälje, 2016) y son el hogar de más de 3000 millones de personas (Reynolds et al., 2007). El clima de estos ecosistemas se caracteriza por temperaturas altas (desiertos cálidos) o bajas (desiertos fríos) y, sobre todo, por precipitaciones bajas que son, además, muy variables en cantidad y estacionalidad (Whitford, 2022). Sin embargo, los regímenes bioclimáticos de los desiertos, determinados por patrones generales de temperaturas y precipitaciones, son muy contrastantes entre regiones. Estos regímenes bioclimáticos están caracterizados por temperaturas estacionales diferenciales, relaciones variables entre la intensidad y la duración de las tormentas, frecuencia contrastante de los eventos de precipitación, relaciones cambiantes entre la frecuencia y el tamaño de los eventos de precipitación, intensidad y dirección de los vientos o relaciones contrastantes entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (Whitford, 2002). En los desiertos, los regímenes bioclimáticos determinan la estructura de las comunidades biológicas (Whitford, 2002) y controlan procesos ecosistémicos relacionados con los ciclos de materiales (Lal, 2019) y los flujos de energía (Huang et al., 2017). De hecho, está bien caracterizado cómo estos regímenes determinan, por ejemplo, la estructura de la vegetación y la productividad primaria (Whitford, 2002).

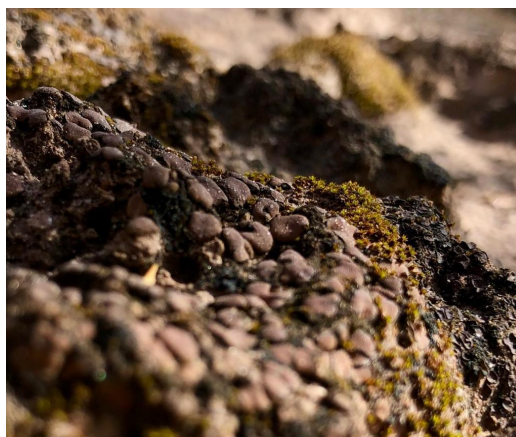


Figura 1. Fotografía de la CBS en Ñacuñán (Mendoza)

La transición entre el suelo y la atmósfera es una frontera (llamada ecotono en ecología) a través de la que se intercambian gases, energía, agua y nutrientes (Belnap et al., 2003). Los suelos de los desiertos, dada su baja cobertura general de plantas, tienen un papel destacable a nivel global en los intercambios que se producen en esa frontera. Estos suelos, lejos de ser estériles, están vivos y presentan una elevada diversidad de organismos biológicos. Estos organismos conforman normalmente la costra biológica del suelo (CBS) (Figura 1). La CBS es un ensamblado de microorganismos y macroorganismos que se desarrolla en los primeros milímetros del suelo,

íntimamente ligado a las partículas de éste (Belnap et al., 2016). La CBS, como componente biológico presente en esa frontera, juega un papel central en los ciclos biogeoquímicos globales de carbono (C) y nitrógeno (N). Fija C atmosférico y es responsable del 15% de la producción primaria neta global en los ecosistemas terrestres (Rodríguez-Caballero et al., 2018). La CBS es, además, la fuente de N más importante en zonas áridas y semiáridas, siendo responsable del 80% del N atmosférico fijado que llega al suelo (Rodríguez-Caballero et al., 2018). La CBS tiene también un papel importante en el ciclo del agua en los desiertos, aumentando la infiltración y la humedad de los primeros centímetros del suelo, y disminuyendo la evaporación, lo que favorece la disponibilidad de agua para las plantas.

A pesar de la relevancia de la CBS en la transición suelo-atmósfera en los desiertos, los estudios centrados en ella son menos abundantes que en el caso de las plantas, y son muy escasos en América del Sur (Bowker et al., 2018). Es sorprendente que Argentina, por ejemplo, donde casi el 70% del territorio es árido o semiárido, apenas presente trabajos sobre el papel de la CBS en las relaciones suelo-atmósfera. Con esta idea en mente, el proyecto internacional SouthSkin pretende determinar, de manera pionera en el país, y en la región, la cobertura, la estructura y funcionamiento ecológico de la CBS a lo largo de gradientes climáticos. Nuestro trabajo pondrá la primera piedra para mejorar los modelos biogeoquímicos, hídricos y energéticos globales que ahora tenemos, y que no consideran la presencia ni el rol de la CBS en la interfase suelo-atmósfera.

## **2) METODOLOGÍA**

Para definir las localizaciones en donde tomar muestras de la CBS a lo largo de la gran diversidad de zonas áridas y semiáridas de Argentina consideramos como zona árida o semiárida toda aquella que presenta un índice de aridez menor a 0.65 (precipitación media anual/evapotranspiración potencial media anual). Una vez establecidas las zonas áridas y semiáridas, desarrollamos una climatología para definir el ambiente climático que presentan las localizaciones en las que potencialmente se puede presentar la CBS. Utilizamos una base de datos reticulada (25 x 25 km) basada en tres variables mensuales: temperatura del aire, precipitación (reanálisis ERA5) y humedad superficial del suelo (satélite SMOS). De esta manera, abordamos las condiciones climáticas a gran escala y definimos el entorno local de la CBS. Dividimos la distribución de la temperatura en cuatro cuartiles y la distribución de la precipitación y de la humedad superficial del suelo en dos cuartiles. Combinamos todos estos cuartiles para obtener un total de 16 zonas bioclimáticas, que fueron representadas en mapas. A continuación, estudiamos la diversidad latitudinal de estas zonas bioclimáticas mediante análisis de distribución de frecuencias mensuales y definimos qué latitudes son más diversas, bioclimáticamente hablando, para poder recorrerlas y recolectar así muestras y hacer observaciones *in situ* de la CBS.

## **3) RESULTADOS**

Nuestro análisis climático nos ha permitido clasificar la gran diversidad de zonas áridas y semiáridas de Argentina y comprobar que las mismas presentan regímenes de precipitación mediterráneos y monzónicos contrastantes, regímenes de temperatura fría y cálida o regímenes contrastantes de humedad del suelo. Las 16 zonas bioclimáticas que hemos definido se presentan de manera asimétrica en el país y son muy dependientes de la región. Hemos observado gradientes generales de temperatura en dirección norte-sur, gradientes de humedad del suelo en dirección este-oeste y gradientes de precipitación en dirección este-oeste también. Hemos comprobado también cierta concordancia climática entre algunas zonas áridas y semiáridas de Patagonia con algunas del Noroeste. El análisis detallado de nuestros mapas de clima de zonas áridas y semiáridas ha mostrado que cuatro rangos latitudinales aglutinan una elevada diversidad bioclimática. Estos rangos latitudinales de diversidad se mantienen además en otoño y en primavera. En estos cuatro rangos latitudinales de diversidad localizamos los 95 puntos de muestreo que hemos visitado para tomar muestras y hacer mediciones *in situ* de la CBS en distintas campañas de campo (Figura 2).

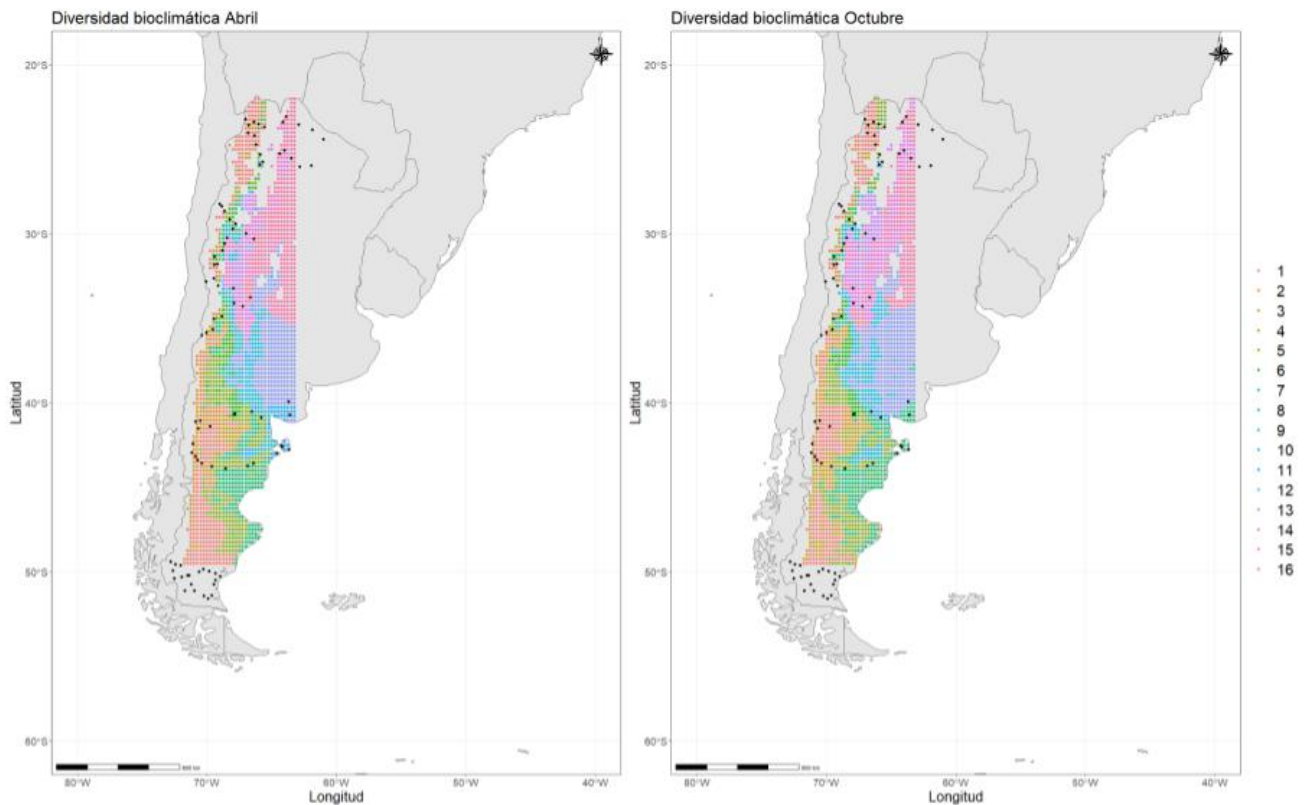


Figura 2. Mapas que muestran la distribución geográfica de las 16 zonas bioclimáticas de los desiertos de Argentina (puntos de colores), así como la localización de los puntos de muestreo del proyecto SouthSkin (puntos negros), en otoño (izquierda) y en primavera (derecha)

#### 4) CONCLUSIONES

El proyecto SouthSkin es pionero en Argentina y en América del Sur, el territorio del planeta menos explorado en cuanto a aspectos biológicos y ecológicos de la CBS (Bowker et al., 2018). Nuestro proyecto pondrá de relevancia el importante rol que cumple la CBS en la interfase suelo-atmósfera y permitirá mejorar modelos a escala regional y global de diversas variables ecosistémicas, como por ejemplo la respiración del suelo, fundamental en el ciclo global del C. Los primeros pasos hacia la mejora del modelo de respiración del suelo en Argentina están siendo presentados en este mismo congreso por Juan Ignacio Martínez y colaboradores.

#### 5) REFERENCIAS

- Belnap, J., Hawkes, C. V., Firestone, M. K., 2003:** Boundaries in miniature: two examples from soil. *Bioscience*, 53, 739–749.
- Belnap, J., Weber, B., Büdel, B., 2016:** Biological soil crusts as an organizing principle in drylands. In W. Weber, W. Büdel, & J. Belnap (Eds.), *Biological Soil Crusts: an Organizing Principle in Drylands*, Second Edition, pp. 3–14, Springer, Berlin, EU.
- Bowker, M. A., Reed, S. C., Maestre, F. T., Eldridge, D. J., 2018:** Biocrusts: the living skin of the earth. *Plant and Soil*, 429, 1–7.
- Huang, J., Yu, H., Dai, A., Wei, Y., Kang, L., 2017:** Drylands face potential threat under 2 °C global warming target. *Nature Climate Change*, 7, 417–422.
- Lal, R., 2019:** Carbon cycling in global drylands. *Current Climate Change Reports*, 5, 221–232.
- Prävälje, R., 2016:** Drylands extent and environmental issues. A global approach. *Earth-Science Reviews*, 161, 259–278.
- Reynolds, J. F., Smith, D. M. S., Lambin, E. F., Turner, B. L., Mortimore, M., Batterbury, S. P. J., Downing, T. E., Dowlatabadi, H., Fernández, R. J., Herrick, J. E., Huber-Sannwald, E., Jiang, H., Leemans, R., Lynam, T., Maestre, F. T., Ayarza, M., Walker, B., 2007:** Global desertification: building a science for dryland development. *Science*, 316, 847–851.
- Rodríguez-Caballero, E., Belnap, J., Büdel, B., Crutzen, P. J., Andreae, M. O., Pöschl, U., Weber, B., 2018:** Dryland photoautotrophic soil surface communities endangered by global change. *Nature Geoscience*, 11, 185–189.
- Whitford, W. G., 2002:** *Ecology of Desert Systems*. First Edition, Academic Press, San Diego, CA, USA.