

El ciclo del carbono en los ecosistemas áridos de Argentina: el papel de la costra biológica del suelo

Juan Ignacio Martínez^{1,3,4}, Sergio Velasco Ayuso^{1,3,4}, Romina C. Ruscica^{1,3,4}, Federico Ibarbalz^{1,3,4}, Laura Yahdjian⁵, Pedro Flombaum^{2,3,4}

martinezjuanignacio691@gmail.com

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, Argentina

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

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

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

⁵Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVA-CONICET), Cátedra de Ecología, Facultad de Agronomía (FAUBA), Buenos Aires, Argentina

Palabras clave: Modelos empíricos, Interfase suelo-atmósfera, Flujos de carbono.

1) INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas áridos se caracterizan por presentar un índice de aridez (relación precipitación/evapotranspiración potencial) menor de 0,65 (Oliva y otros, 2020). Estos ecosistemas cubren casi la mitad de la superficie terrestre global y albergan aproximadamente un 40% de la población humana (Reynolds y otros, 2007). Además, son la base de una importante cuota de la producción agropecuaria mundial, teniendo presencia en al menos 100 naciones (Hanan y otros, 2021). En Argentina, los ecosistemas áridos ocupan una superficie aproximada del 70% del territorio y están representados en numerosas regiones fitogeográficas, además de poseer marcados gradientes latitudinales de temperatura y precipitación.

En los ecosistemas áridos se desarrolla la costra biológica del suelo (CBS), una comunidad de organismos que está íntimamente ligada a la partículas del suelo, en las capas más superficiales del mismo (a modo de alfombra o piel biológica). La CBS está compuesta por productores primarios como cianobacterias, algas verdes, líquenes y musgos, y organismos heterotróficos como arqueas, bacterias heterotróficas, hongos e incluso microinvertebrados. La CBS desempeña un rol fundamental en la estabilidad de los suelos, los ciclos biogeoquímicos y el balance hídrico. La CBS fija carbono (C) atmosférico mediante fotosíntesis y lo libera a través de la respiración, por lo que su importancia funcional en el ciclo del C es alta, tanto a escalas locales como regionales (Porada y otros, 2013; Elbert y otros 2012). Los flujos de emisión de la CBS pueden predecirse usando modelos empíricos con datos de temperatura, precipitación o humedad superficial del suelo (Yao y otros, 2019; Guan y otros, 2018; Grote y otros, 2010). Por lo tanto, estos modelos son de utilidad para estimar la sensibilidad de la CBS frente a las distintas condiciones del clima, cuantificar los flujos potenciales de C a nivel regional o proyectar cambios de los mismos bajo escenarios climáticos futuros.

Los objetivos del presente estudio fueron **1)** estimar el patrón espacial del flujo potencial de C suelo-atmósfera explicado por la CBS en las zonas áridas de Argentina, entendiendo a este flujo como la máxima emisión de C posible determinada por el clima y **2)** cuantificar el flujo potencial anual de emisión de C explicado por la CBS en zonas áridas de Argentina.

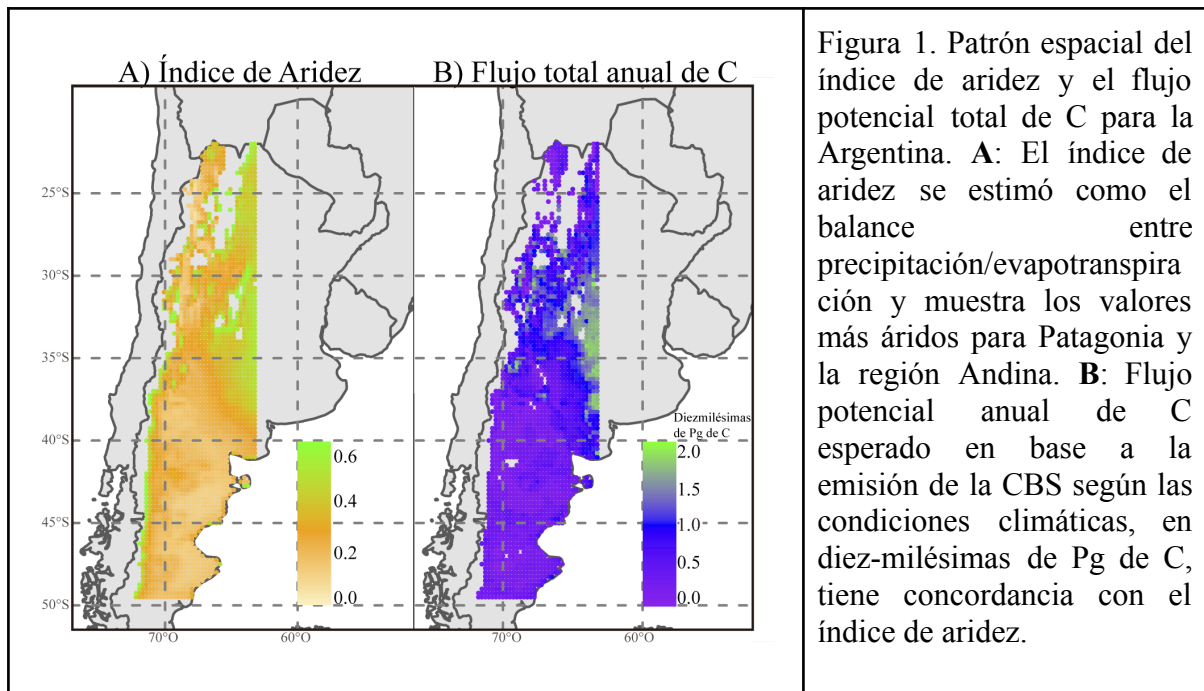
Hipotetizamos que existe un patrón espacial del flujo de C y que éste responde a cambios en la condición de aridez. Esperamos que a menor disponibilidad de agua superficial del suelo, lo que se asocia a mayores condiciones de aridez, menor flujo de C, porque la disponibilidad alta de agua está vinculada a períodos de actividad metabólica prolongada de la CBS. Argentina, al igual que otros países de América del Sur, es reconocida como una de las brechas geográficas más importantes en el conocimiento de la biología y ecología de la CBS (Bowker y otros, 2016). Este trabajo está inserto en el proyecto SouthSkin (presentado por Sergio Velasco Ayuso y colaboradores en este mismo congreso), y forma parte de un esfuerzo interdisciplinario por comprender el aporte de la CBS a los flujos de C en la interfaz suelo-atmósfera de los ecosistemas áridos de Argentina.

2) METODOLOGÍA

En este trabajo combinamos bases de datos climáticas y satelitales mensuales (ERA5, SMOS) con modelos empíricos predictores de los flujos de C en la CBS. Primero, relevamos datos de temperatura, precipitación y humedad superficial del suelo para el período 2011-2018 en una retícula espacial común. Segundo, estimamos el índice de aridez según Oliva y otros 2020, para restringir la región de análisis a aquellas con un índice de aridez igual o menor a 0.65, que corresponden a los desiertos localizados al oeste del meridiano 62. Tercero, compilamos 25-30 modelos empíricos de respiración de suelo con presencia de CBS. Estos modelos fueron desarrollados en ecosistemas áridos y semiáridos de España, EEUU y China, y relacionan el flujo de C con la temperatura, precipitación y humedad superficial del suelo. Cuarto, aplicamos los modelos a regiones de Argentina que presentan climas similares a los de sus respectivos lugares de origen, generando así mapas de emisión de C potencial para los ecosistemas áridos y semiáridos del país. Finalmente, calculamos los flujos potenciales anuales medios de emisión de C del suelo y evaluamos las relaciones con la aridez mediante análisis no paramétricos.

3) RESULTADOS

Encontramos patrones geográficos coherentes del flujo de C en las regiones áridas de Argentina (Fig. 1). Primero, destacamos un flujo potencial anual de C más alto en el centro-norte respecto del sur (Fig.1B). Segundo, observamos una correspondencia entre zonas de menor aridez (mayor valor del índice de aridez), con mayor flujo total de C (Figs.1A,B). Asimismo, para caracterizar estadísticamente esta asociación, usamos un coeficiente de correlación de spearman ($\rho = 0.239$; $p < 0.001$), que indica una asociación significativa entre la aridez y los flujos anuales totales de emisión de C. Finalmente, para los ecosistemas áridos y semiáridos de la Argentina, estimamos un flujo potencial total y anual de 0.1343 petagramos de C, representando éste la suma de los flujos mensuales por retícula.



4) DISCUSIÓN

Este trabajo aporta una representación geográfica única de la actividad de las CBS para el territorio de Argentina. Para llevarlo a cabo fue necesario combinar un ensamble de modelos empíricos que relacionan el flujo de C con el clima y datos climáticos. La aproximación asume, primero, que no hay un modelo empírico de flujo de C que sea mejor que otro para representar este proceso y que, además, la media del ensamble de modelos es el mejor estimador del valor esperado, y segundo, que existe una redundancia funcional en las CBS. Es decir, que a pesar que las CBS de otras regiones tienen especies distintas a las que se encuentran en Argentina, los flujos de C estimados en base a las condiciones climáticas son similares.

En conclusión, en el suelo, la disponibilidad de agua y la temperatura son las principales determinantes de la actividad y funcionalidad de la CBS. En ese contexto, aquellas zonas que liberen a la CBS de estas limitaciones exhibirán mayores flujos de C. Nuestros resultados evidencian una correspondencia espacial entre el grado de aridez y los flujos de C, observando flujos mayores en zonas de mayor índice de aridez.

REFERENCIAS

- Belnap J., 2016.** Biological Soil Crusts: An Organizing Principle in Drylands.
- Grote, E. E., Belnap J, Housman C. D. y P. S.J.,2012.** Carbon exchange in biological soil crust communities under differential temperatures and soil water contents: implications for global change. *Global change Biology* 16, 2763-2774. 2012.
- Niall, P.H., Milne, E., Aynekulu, E., Yu, Q. y Anchang, J.,2021.** A role for drylands in a Carbon Neutral World?.*Frontiers in environmental science*.
- Reynolds,J.F., Stafford Smith, M.D., Lambin,E.F., Turner,B.L., Mortimore,M., Batterbury, P.J.S., Downing,E.T., Dowlatabadi,H., Fernández,R.J., Herrick,J.E., Huber-Sannwald,E., Jiang, H., Leemans,R., Lynam,T., Maestre,F.T., Ayarza,M. y Walker,B., 2007.** *Global Desertification: Building a Science for Dryland Development*. Science.
- Oliva, G., dos Santos, E., Osiris S., Umaña,F., Massara,V, Martínez, G.G., Caruso,C., Cariac, G.Echevarría,D., Fantozzi,A. , Butti,L., Bran,D., Gaitán,J., Ferrante,D., Paredes,P., Domínguez,E. y Maestre,F.T., 2020.** The MARAS dataset, vegetation and soil characteristics of dryland rangelands across Patagonia. *Sci Data* 7, 327.
- Whitford W.G,2002.** *Ecology of Desert Systems*.
- Wolfgang E., Bettina W., Susannah B., Jörg S., Burkhard B., Meinrat O.A. y Ulrich P, 2012.** Contribution of cryptogamic covers to the global cycles of carbon and nitrogen. *Nature geoscience*. Vol 5.
- Xiaomeng Y., Xiao, B., Giora J.K. y Kelin H., 2019.** Respiration rate of moss dominated biocrusts and their relationships with temperature and moisture in a semiarid ecosystem. *Catena Journals*.