



Sustainable Management of Volcanic Ash Soils

Manejo Sustentable de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas

Dörner, J.^{a, b}, Zúñiga, F.^{b, c}, Valle, S.^{a, b}, Martínez, I.^{d, e}, Prat, C.^f, Óskarsson, H.^g

^a Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

^b Centro de Investigación en Suelos Volcánicos, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

^c Departamento de Ciencias Naturales y Tecnología, Universidad de Aysén, Eusebio Lillo 630, Coyhaique, Chile.

^d Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica, CUICYT, Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de Julio 5-21, Ibarra, Ecuador.

^e Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Ruta 5 Norte Km 8-Osorno, Región de Los Lagos, Chile.

^f Institut de Recherche pour le Développement, IRD, Dpt SOC, 44 bd de Dunkerque, CS 90009, 13572 Marseille cedex 02, France.

^g Agricultural University of Iceland, Keldnaholt, 112 Reykjavik, Iceland.

*Corresponding author: josedorner@uach.cl



EDITORIAL

Globally, volcanic soils (Andosols or Andisols) cover 0.84% of the Earth's terrestrial surface (Dahlgren *et al.*, 2004). Around 60% of the area covered by volcanic soils is in tropical countries (Takahashi and Shoji, 2001). These soils possess very distinctive characteristics defined as andic properties (IUSS, 2015) that distinguish them from other soils in the world. These soils are of major relevance in areas with intense tectonic movements, such as The Circum-Pacific Ring of Fire (USGS, 2018) affecting areas as New Zealand, Japan, the Philippines, Aleutian Islands, Alaska, North America and South America among others (Figure 1).

Despite the fact that volcanic soils comprise only a relatively small extent of the World's land surface, they support a disproportionately greater human population density. The unique physical, chemical and biological properties of these soils make them extremely favorable for agricultural production. Of the arable land, volcanic soils constitute 60% in Chile, 30% in Ecuador, 18% in Japan, 11% in Colombia, 2.8% in Indonesia and 1.2% in Mexico (Besoain, 1985; Takahashi and Shoji, 2001; Prado *et al.*, 2007; Moreno *et al.*, 2018; Robayo-Salazar and Mejía de Gutiérrez, 2018), which is related to the influence of active volcanism in the Circum-Pacific Ring of Fire.

Volcanic soils can be found under a wide range of environmental and land use conditions: from crops, grasslands, forest plantations and fruit plantations to pristine native forest and grassland ecosystems. These ecosystems have been considered as carbon sinks. Recent studies demonstrated that the soil carbon stocks are not increasing under tropical forests (Sayer *et al.*, 2019), while more research is needed in order to support the hypothesis that *e.g.* non-tilled grasslands store more C mass than tilled sites in temperate climate as those ones in southern Chile (Dörner *et al.*, 2018). In this sense, keeping the carbon already contained in the soil intact is more effective than any practice aimed at capturing atmospheric carbon. Therefore, the conservation of carbon-rich soils (like Andosols) should be a priority.

Out of all the soil orders, Andosols are the second highest in terms of amount of soil organic carbon stock per area. Eswaran *et al.* (1993), estimated this stock to be 31,000 tons km⁻². This opens the question: Can we manage these soils in ways that will help mitigate climate change? A positive answer needs also to consider other guidelines such as those given by the Sustainable Development Goals (SDGs) (UN, 2019). At least seven SDGs are linked with the role and proper value of soils and their management. Food production, climate change mitigation and ecosystem services are closely intertwined, and all rely on soil quality (functionality) and soil biodiversity. We, therefore, need to take a new approach to agriculture that builds on management for soil quality and biodiversity. In that sense, initiatives such as "4 per 1000"¹, that intends to increase the organic carbon in 4‰ per year in the first 30 cm of soils through the implementation of agroecology, agroforestry, conservation agriculture, landscape management, among others, could be useful to complement the carbon sinks captured by the native forest.

The new Special Issue of *Agro Sur* Journal aims to underline the relevance of volcanic soils worldwide. Therefore, we hope that the published papers contribute to a better awareness of these soils in order to further their sustainable management.

¹ Please for more information see <https://www.4p1000.org/>

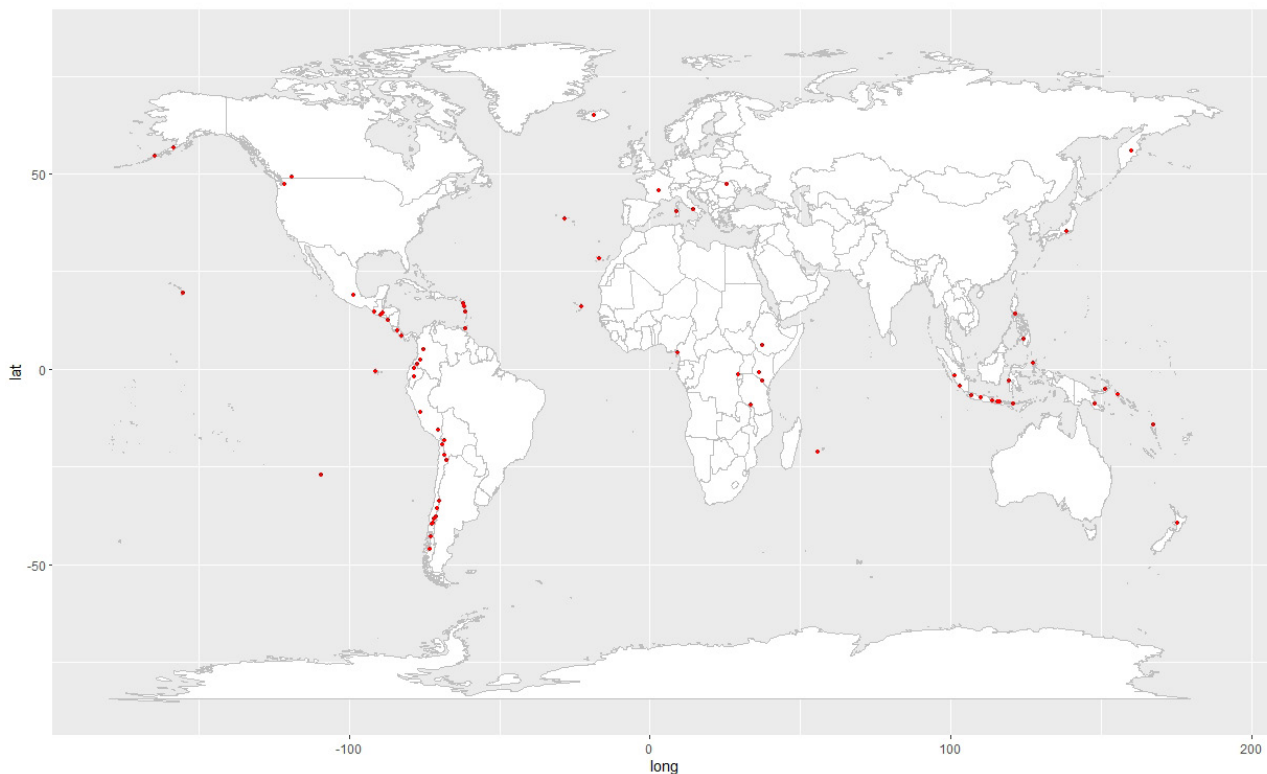


Figure 1. Countries with presence of volcanic ash soils. Map created in R with ggmap and ggplot2 packages (Kahle and Wickham, 2013). Coordinates obtained from Google Earth Pro, version 7.3.2.5776.

Figura 1. Países con presencia de suelos derivados de cenizas volcánicas. Mapa creado en R con los paquetes ggmap y ggplot2 (Kahle y Wickham, 2013). Las coordenadas se obtuvieron de Google Earth Pro, versión 7.3.2.5776.

REFERENCES

- Besoain, E., 1985. Los Suelos, in: Tosso, J. (Ed.), Suelos Volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, pp. 25–106.
- Dahlgren, R.A., Saigusa, M., Ugolini, F.C., 2004. The Nature, Properties and Management of Volcanic Soils. *Advances in Agronomy* 82, 113–182. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(03\)82003-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(03)82003-5)
- Dörner, J., Dec, D., Matus, F., Zúñiga, F., Ordóñez, I., Horn, R., 2018. The relevance of soil structure conservation and carbon sequestration in Chilean volcanic ash soils for achieving sustainable development goals, in: Lal, R., Horn, R., Kosaki, T. (Eds.), *Soil and Sustainable Development Goals. GeoEcology essay*, Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, pp. 118–125.
- Eswaran, H., Van Der Berg, E., Reich, P., 1993. Organic carbon in soils of the world. *Soil Science Society of American Journal* 57, 192–194. <https://doi.org/10.2136/sssaj1993.03615995005700010034x>
- Kahle, D., Wickham, H., 2013. ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. *The R Journal* 5 (1), 144–161. <http://journal.r-project.org/archive/2013-1/kahle-wickham.pdf>
- Moreno, J., Bernal, G., Espinosa, J., 2018. Introduction, in: Espinosa, J., Moreno, J., Bernal, G. (Eds.), *The Soils of Ecuador. World Soil Books Series*, Springer, Cham, Switzerland, pp. 1–25. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25319-0>
- Prado, B., Duwig, C., Hidalgo, C., Gómez, D., Yee, H., Prat, C., Esteves, M., Etchevers, J.D., 2007. Characterization, functioning and classification of two volcanic soil profiles under different land uses in Central Mexico. *Geoderma* 139 (3-4), 300–313. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.02.008>
- Robayo-Salazar, R.A., Mejía de Gutiérrez, R., 2018. Natural volcanic pozzolans as an available raw material for alkali-activated materials in the foreseeable future: A review. *Construction and Building Materials* 189, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.08.174>
- Sayer, E., Lopez-Sangil, L., Crawford, J.A., Bréchet, L.M., Birkett, A.J., Baxendale, C., Castro, B., Rodtassana, C., Garnett, M.H., Weiss, L., Schmidt, M.W.I., 2019. Tropical forest soil carbon stocks do not increase despite 15 years of doubled litter inputs. *Scientific Reports* 9, 18030. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54487-2>
- Takahashi, T., Shoji, S., 2001. Distribution and classification of volcanic ash soils. *Global Environmental Research* 6 (2), 83–97.
- United Nations (UN), 2019. Sustainable Development Goals. 17 Goals to Transform Our World. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- U.S. Geological Survey (USGS), 2018. What is the “Ring of Fire”? <https://www.usgs.gov/faqs/what-ring-fire>
- IUSS Working Group WRB, 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

EDITORIAL

A nivel mundial, los suelos volcánicos (Andosoles o Andisoles) cubren el 0,84% de la superficie terrestre (Dahlgren *et al.*, 2004). Aproximadamente, un 60% de la superficie cubierta por suelos volcánicos se encuentra en países tropicales (Takahashi y Shoji, 2001). Estos suelos poseen características muy distintivas definidas como propiedades ándicas (IUSS, 2015) que los distinguen de otros suelos del mundo. Estos suelos son de gran relevancia en áreas con intensos movimientos tectónicos, como el Cinturón de Fuego del Pacífico (USGS, 2018) que afecta a áreas como Nueva Zelanda, Japón, Filipinas, Islas Aleutianas, Alaska, América del Norte y América del Sur entre otras (Figura 1).

A pesar de que los suelos volcánicos abarcan sólo una extensión relativamente pequeña de la superficie terrestre mundial, soportan una densidad de población humana desproporcionadamente mayor. Las singulares propiedades físicas, químicas y biológicas de estos suelos los hacen sumamente favorables para la producción agrícola. De las tierras cultivables, los suelos volcánicos constituyen el 60% en Chile, 30% en Ecuador, 18% en Japón, 11% en Colombia, 2,8% en Indonesia y 1,2% en México (Besoain, 1985; Takahashi y Shoji, 2001; Prado *et al.*, 2007; Moreno *et al.*, 2018; Robayo-Salazar y Mejía de Gutiérrez, 2018), lo que se relaciona con la influencia del vulcanismo activo en el Cinturón de Fuego del Pacífico.

Los suelos volcánicos pueden encontrarse en un amplio rango de condiciones ambientales y de uso de la tierra: desde cultivos, praderas, plantaciones forestales y plantaciones frutales hasta ecosistemas prístinos de bosques y praderas nativos. Estos ecosistemas han sido considerados como sumideros de carbono. Estudios recientes han demostrado que las reservas de carbono del suelo no aumentan en los bosques tropicales (Sayer *et al.*, 2019), mientras que se necesita más investigación para apoyar la hipótesis de que, por ejemplo, praderas no labradas almacenan más masa de C que los sitios labrados en clima templado como los del sur de Chile (Dörner *et al.*, 2018). En este sentido, mantener intacto el carbono ya contenido en el suelo es más eficaz que cualquier práctica destinada a capturar el carbono atmosférico. Por lo tanto, la conservación de los suelos ricos en carbono (como los Andosoles) debería ser una prioridad.

De todos los órdenes de suelos, los Andosoles son los segundos más altos en términos de cantidad de reserva de carbono orgánico del suelo por área. Eswaran *et al.* (1993), estimaron que esta reserva es de 31.000 toneladas km⁻². Esto abre la pregunta: ¿Podemos manejar estos suelos de manera que ayuden a mitigar el cambio climático? Para dar una respuesta positiva es necesario considerar también otras directrices como las que se dan en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (UN, 2019). Al menos siete ODS están vinculados con el papel y el valor adecuado de los suelos y su manejo. La producción de alimentos, la mitigación del cambio climático y los servicios ecosistémicos están estrechamente entrelazados, y todos dependen de la calidad (funcionalidad) del suelo y de la biodiversidad del mismo. Por lo tanto, debemos adoptar un nuevo enfoque de la agricultura que se base en el manejo de la calidad y la biodiversidad del suelo. En ese sentido, iniciativas como “4 por 1000”¹, que pretende aumentar el carbono orgánico en 4‰ por año en los primeros 30 cm de los suelos mediante la implementación de la agroecología, la agrosilvicultura, la agricultura de conservación, el manejo del paisaje, entre otras, podrían ser útiles para complementar los sumideros de carbono capturados por el bosque nativo.

El nuevo número especial de la Revista *Agro Sur* tiene por objeto subrayar la importancia de los suelos volcánicos en todo el mundo. Por lo tanto, esperamos que los artículos publicados contribuyan a una mejor concienciación sobre estos suelos a fin de fomentar su manejo sustentable.

¹ Por favor, para más información ver <https://www.4p1000.org/>

