

DEGRADACIÓN DEL SUELO: EFECTO SOBRE LA TASA DE ENRIQUECIMIENTO

Micaela Gisel Berger^{1,*}, Daniel Eduardo Buschiazzi¹, Laura Antonela Iturri^{1,2}

¹ Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa (INCITAP, CONICET-UNLPam)

² Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

RESUMEN

La tasa de enriquecimiento (ER) es utilizada para evaluar la pérdida relativa de parámetros como arcilla, limo y C orgánico en materiales erosionados por agua o viento. Al degradarse el suelo aumentarían sus concentraciones en el material erosionado, incrementándose ER. Esto se evaluó analizando concentraciones de distintos parámetros en tres suelos texturalmente diferentes, muestreados en tres momentos, y en su material particulado (PM). Contrariamente a lo esperado, las concentraciones de los parámetros se mantuvieron constantes en PM, pero aumentaron las ER. Esto se debió a disminuciones de las concentraciones en los suelos y no a incrementos en el PM.

Palabras clave: composición del suelo; material particulado; semiárido; erosión eólica

SOIL DEGRADATION: EFFECT ON THE ENRICHMENT RATIO

ABSTRACT

The enrichment ratio (ER) is used to evaluate the relative loss of parameters such as clay, silt and organic C content in water or wind eroded materials. As the soil degrades, the concentrations of clay, silt and organic C in the eroded material would increase, thus increasing ER. This was evaluated by analyzing the concentrations of those parameters in three soils with different texture, sampled at three different times, and in the soils particulate matter (PM). Contrary to expectations, the concentrations of the parameters evaluated remained relatively constant in PM, but the ER increased. This was due to decreases in the concentrations in the soils and not to increases in PM.

Keywords: soil composition; particulate matter; semiarid; wind erosion

INTRODUCCION

Los suelos sufren modificaciones constantemente debido a diferentes factores como el tipo de manejo del suelo, las condiciones meteorológicas y la erosión eólica (Buschiazzi y Zobeck, 2008; Méndez y Buschiazzi, 2010). Este último, es uno de los procesos más importantes de degradación de suelos en ambientes áridos y semiáridos. Produce la remoción del material superficial terrestre, por selección y transporte por medio del viento de las partículas más finas y livianas del suelo (arcilla y materia orgánica). Debido a estos procesos, los suelos pueden sufrir modificaciones en las concentraciones de algunos parámetros edáficos (Stocking, 1984) como las fracciones texturales y el contenido de C orgánico. Para evaluar la pérdida de fracciones texturales, como la arcilla y el limo, y de C orgánico en el material erosionado por agua o viento son utilizadas las tasas de enriquecimiento (cuyo acrónimo es ER, del inglés enrichment ratios) (Aimar et al., 2012; Iturri et al., 2017). Las ER se calculan a partir del cociente entre la concentración de un determinado parámetro edáfico en un sedimento y la concentración de ese mismo parámetro en el suelo fuente de dicho sedimento (Sterk et al., 1996). Valores mayores a 1,0, indican la acumulación de una fracción textural

* Autor de contacto:
mgberger@conicet.gov.ar

Recibido:
22-04-24

Recibido con revisiones:
24-06-24

Aceptado:
10-07-24

en el sedimento eólico respecto de su concentración en el suelo, mientras que valores menores a 1,0 indican que prevalecería en el suelo. Al degradarse el suelo por efecto de la erosión eólica combinada con las prácticas de manejo agrícolas desarrolladas a lo largo del tiempo, en general, aumentaría la concentración de los mencionados parámetros edáficos en el material erosionado por acción del viento, incrementándose el valor de ER.

El objetivo de este estudio es analizar el efecto que tienen las modificaciones de los suelos agrícolas a lo largo del tiempo en los valores de ER.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligieron tres suelos de tres sitios diferentes de La Pampa, susceptibles a la acción del viento debido a su textura gruesa y bajo contenido de C orgánico: un suelo arenoso franco (AF, 37°19'56,34" S 64°22'20,80" W) y dos suelos francos (F1, 35°48'30,57" S 64°20'08,35" W y F2, 36°22'49,42" S 64°17'47,99" W). El material parental de los suelos es material loésico del Holoceno y Pleistoceno con influencia de materiales piroclásticos (Zárate, 2003). Los suelos pertenecían a establecimientos privados donde la agricultura se practica de forma continua durante al menos los últimos 80 años, en secano, con dosis muy bajas de fertilizantes.

Los suelos se muestrearon tres veces, en 1996, 2005 y 2016, siguiendo la misma metodología. Las muestras se tomaron por triplicado hasta una profundidad de 20 cm. Cada muestra estaba compuesta por tres submuestras tomadas de superficies de 10 m². Una vez trasladadas al laboratorio, se acondicionaron mediante secado al aire a efectos de atemperar cualquier proceso que pudiera modificarlas. Posteriormente, fueron tamizadas a través de malla de 2 mm. Se almacenaron en recipientes plásticos nuevos, limpios y herméticos, a temperatura controlada (ambiente) y al resguardo de la humedad y la luz, asegurando su óptima conservación (Norma IRAM 29402-1:1998).

El material particulado (PM, de su acrónimo del inglés Particulate Matter), i.e., las partículas con un diámetro inferior a 63 µm que podrían ser emitidas y luego transportadas por el viento (Buschiazzo y Funk, 2015), se separó de cada suelo en cada fecha de muestreo mediante un generador de polvo de laboratorio basado en la adsorción electrostática (Easy Dust Generator, EDG) (Méndez et al., 2013).

En todas las muestras se analizó: 1) la granulometría según Wentworth (1922) mediante un contador de partículas láser (Mastersizer 2000, Malvern Instruments) y 2) la concentración total de C mediante combustión seca usando un analizador elemental (TruSpec CNS, LECO Instruments GmbH, DIN ISO 10694). Dado que no se detectó C mineral, el C total corresponde al C orgánico total.

Las ER se calcularon para cada muestra y fecha. Se realizó un ANOVA simple ($\alpha = 0,05$) para analizar las diferencias en las concentraciones de arcilla, limo y C orgánico. Se realizó un análisis de regresión lineal entre las concentraciones de arcilla y limo, y C orgánico y sus ER para todos los suelos y fechas. Todos los análisis se realizaron mediante Microsoft Excel/2019 e Infostat (Di Rienzo et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ER fueron mayores a 1,0 en todos los suelos y fechas (Fig.1). Las ER en AF (hasta 4,0 en general para arcilla, limo y C orgánico) fueron mayores que en F1 y F2 (entre 1,0 y 2,5) (Fig. 1).

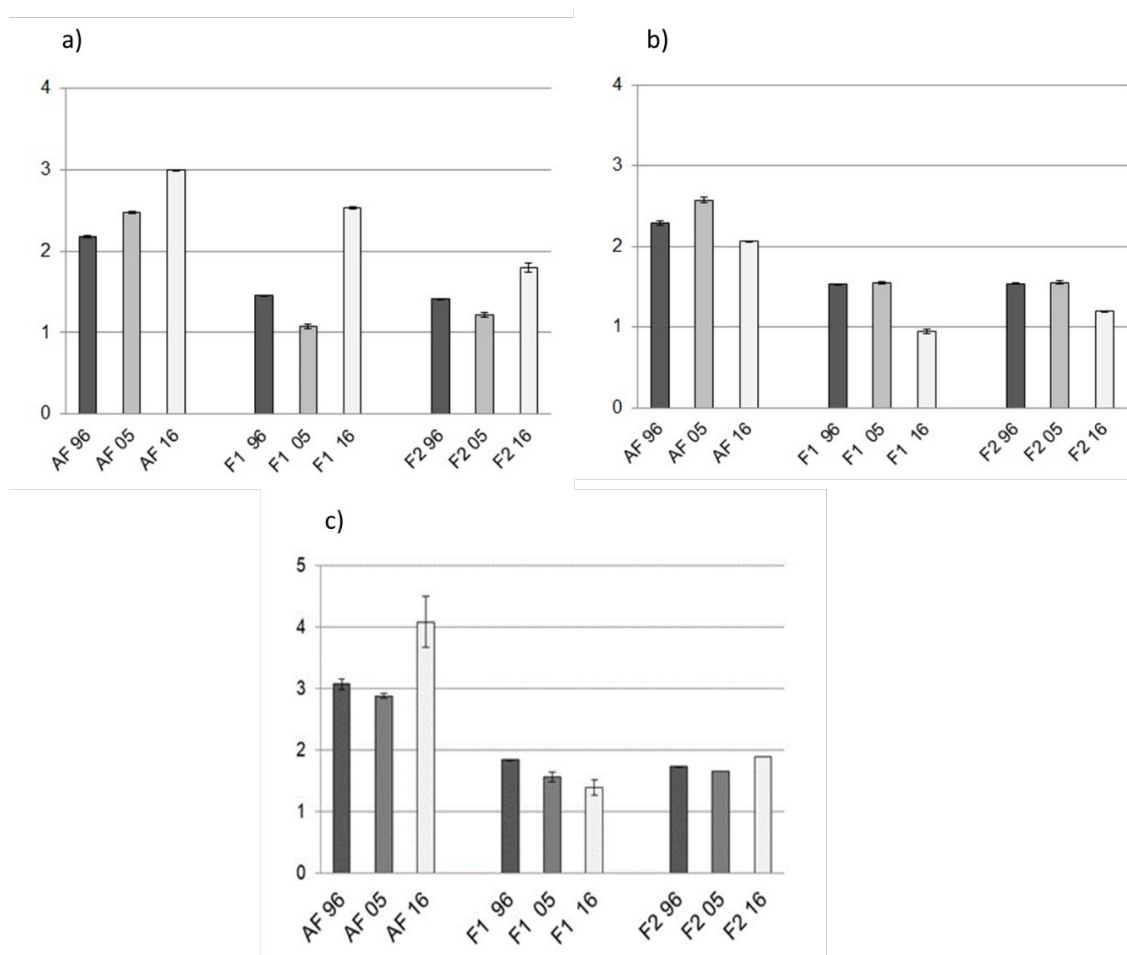


Figura 1: Tasas de enriquecimiento (ER) de a) arcilla, b) limo y c) C orgánico de AF (suelo arenoso franco), F1 (suelo franco 1) y F2 (suelo franco 2) en 1996, 2005 y 2016. Las barras de error indican la desviación estándar.

Figure 1: Enrichment ratios (ER) of a) clay, b) silt and c) organic C of AF (sandy loam soil), F1 (loam soil 1), and F2 (loam soil 2) in 1996, 2005 and 2016. Error bars indicate standard deviation.

Los resultados de la Figura 1 podrían interpretarse como que el PM fue más concentrado en arcilla, limo y C orgánico que el de los suelos de origen. También, que el PM del suelo AF tiene una concentración más alta de dichos parámetros que el de los suelos más finos, F1 y F2. Sin embargo, los diferentes valores del ER de arcilla, limo y C orgánico entre suelos estuvieron dados por la diferente concentración de estos parámetros entre los suelos (en general, más altas en F1 y F2 que en AF, Figura 2) más que en el PM, en el que su concentración se mantuvo casi invariable (26% de arcilla, 70% de limo y 2,7% de C orgánico). Esto puede observarse en las significativas regresiones entre las concentraciones de arcilla, limo y C orgánico en los suelos y los ER, para todos los suelos y fechas de muestreo (Figura 2).

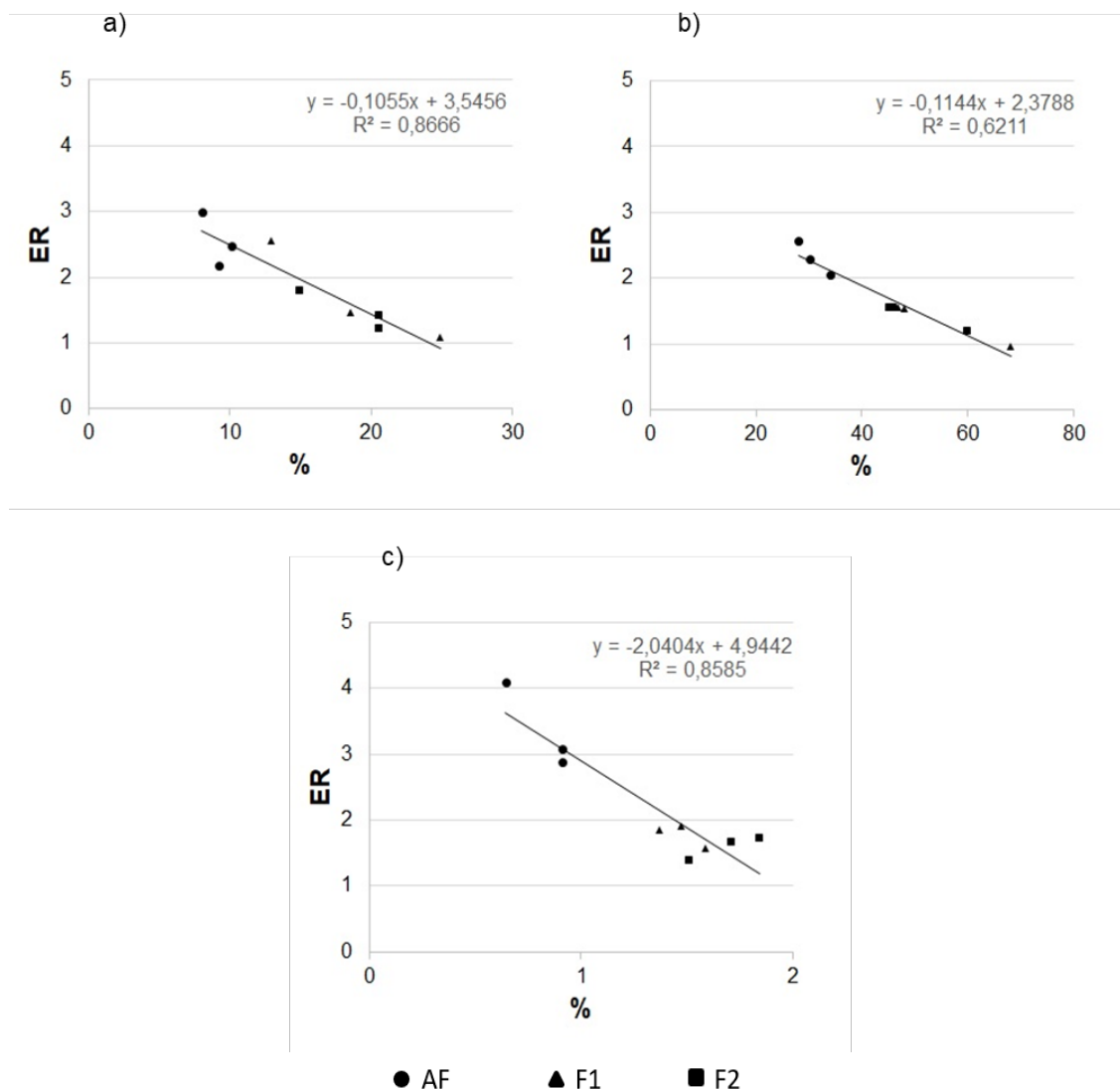


Figura 2: Regresiones lineales entre la composición de los suelos [AF (suelo arenoso franco), F1 (suelo franco 1) y F2 (suelo franco 2)], en términos de las concentraciones de a) arcilla, b) limo y c) C orgánico y las tasas de enriquecimiento (ER), en todas las fechas de muestreo (1996, 2005 y 2016).

Figure 2: Linear regressions between soil composition [AF (sandy loam soil), F1 (loam soil 1), and F2 (loam soil 2)], in terms of the concentrations of a) clay, b) silt and c) organic C and the enrichment ratios (ER), for all sampling times (1996, 2005 and 2016).

La mayor ER en AF que en F1 y F2 parece mostrar la mayor facilidad con la que las partículas individuales de arcilla y limo, y el C orgánico como parte de sustancias orgánicas de baja densidad, desagregadas, pueden acumularse en el PM del suelo AF que en F1 y F2. Esto coincide con resultados de Webb et al. (2013) e Iturri et al. (2017) en los cuales se encontró que los suelos de textura gruesa y escasa agregación, con bajos contenidos de C orgánico como parte de restos vegetales, acumulan arcilla, limo y C orgánico prácticamente de forma exclusiva en su PM. En los suelos de textura más fina, en los cuales el C se encuentra formando parte de polisacáridos en agregados de diferente tamaño, el transporte de dichas especies se produce, además, en fracciones más gruesas que el PM, i.e., agregados y micro agregados.

Por lo tanto, el análisis de las ER pareció contribuir a interpretar la diferente erodabilidad de los suelos, i.e. los cambios en su composición fisicoquímica en términos de las concentraciones de arcilla, limo y C orgánico a lo largo del tiempo, más que la acumulación o potencial pérdida de esos componentes en el PM. Un mayor número de suelos debería ser analizado para validar las tendencias aquí mostradas y así fortalecer la discusión sobre la interpretación más frecuente que se realiza a partir de las ER.

CONCLUSIÓN

Los resultados permitieron deducir que el uso de las ER no siempre sería adecuado para interpretar la pérdida relativa de un componente del suelo debido a su acumulación preferencial en el PM. Esto se debería a que la comparación de valores distintos de ER entre suelos que se modifican en el tiempo por diversas causas aquí no estudiadas podría indicar la diferente capacidad de un suelo para emitir PM, más que diferencias en la composición de dicha fracción.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio contó con el apoyo del proyecto de cooperación internacional "Multiscale analysis of quantitative and qualitative fine particulate matter emissions from agricultural soils of La Pampa, Argentina" (MIN-CyT-CONICET-DFG) FU247/10-1, y los proyectos PICT 2017 N°2111, PICT 2019 N°2154, POIRe UNLPam 2019-02 y PIP 2020 N°321.

REFERENCIAS

- Aimar, S. B., Méndez, M. J., Funk, R. y Buschiazzi, D. E. (2012). Soil properties related to potential particulate matter emissions (PM10) of sandy soils. *Aeolian Research*, 3, 437–443. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2010.12.001>
- Buschiazzi, D. E. y Funk, R. (2015). Wind erosion of agricultural soils and the carbon cycle. En: S.A. Banwart, E. J. Noellemeier y E. Milne, E. (Eds.), *Soil Carbon Science, Management and Policy for Multiple Benefits*. CAB International, 161–168. <https://doi.org/10.1079/9781780645322.0161>
- Buschiazzi, D. E. y Zobeck, T. M. (2008). Validation of WEQ, RWEQ and WEPS wind erosion for different arable land management systems in the Argentinean Pampas, *Earth Surface Processes and Landforms*, 33, 1839. <https://doi.org/10.1002/esp.1738>
- Buschiazzi D. E., Zobeck T. M. y Abascal, S. A. (2007). Wind erosion quantity and quality of an Entic Haplustoll of the semi-arid Pampas of Argentina. *Journal Arid Environments*, 69, 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.08.013>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves F., Balzarini, M. G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C. W. (2020) InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Iturri, L. A., Funk, R., Leue, M., Sommer, M. y Buschiazzi, D. E. (2017). Wind sorting affects differently the organo-mineral composition of saltating and particulate materials in contrasting texture agricultural soils. *Aeolian Research*, 28, 39 – 49. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2017.07.005>
- Méndez, M. J. y Buschiazzi, D. E. (2010). Wind erosion risk in agricultural soils under different tillage systems in the semiarid Pampa of Argentina. *Soil and Tillage Research*, 106, 311–316. <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.10.010>
- Méndez, M. J., Panebianco, J. E. y Buschiazzi, D. E. (2013). A new dust generator for laboratory dust emission studies. *Aeolian Research*, 8, 59–64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeolia.2012.10.007>
- Norma IRAM 29402-1:1998 (equivalente ISO 11464:1994). Calidad del suelo. Pretratamiento de muestras para análisis físico-químicos.
- Sterk, G., Herrmann, L. y Bationo, A. (1996). Wind-blown nutrient transport and soil productivity changes in Southwest Niger. *Land Degradation and Development*, 7 (4), 325–335. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-145X\(199612\)7:4<3C325::AID-LDR237%3E3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-145X(199612)7:4<3C325::AID-LDR237%3E3.0.CO;2-Q)
- Stocking, M. (1984). Erosion and soil productivity: a review. Consultants' working Paper N° 1 AGLS, FAO, Roma, 102.
- Webb, N. P., Strong, C. L., Chappell, A., Marx, S. K. y McTainsh, G. H. (2013). Soil organic carbon enrichment of dust emissions: magnitude, mechanisms and its implications for the carbon cycle. *Earth Surface Processes and Landforms*, 38, 1662–1671. <https://doi.org/10.1002/esp.3404>
- Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377–392. <https://www.jstor.org/stable/30063207>
- Zárate, M. A. (2003). Loess of southern South America. *Quaternary Science Reviews*, 22, 1987–2006. [https://doi.org/10.1016/S02773791\(03\)00165-3](https://doi.org/10.1016/S02773791(03)00165-3)