

RIESGO DE EROSIÓN EÓLICA EN DIFERENTES SISTEMAS PRODUCTIVOS DEL SUR DE CÓRDOBA

Juan Cruz Colazo^{1,2*}, Eric Scherger³, Rodolfo Torregrosa⁴, Cristián Álvarez⁵, Suyai Almirón⁶

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental San Luis, Argentina.

² Universidad Nacional de San Luis, Argentina.

³ Gentos, Argentina.

⁴ Actividad privada.

⁵ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Agencia de Extensión Rural General Pico, Argentina.

⁶ Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, Programa Sistema Chacras, Argentina.

RESUMEN

En el sur de Córdoba la simplificación en los sistemas de producción ha incrementado el riesgo a la erosión eólica, debido a los cambios en la dinámica de la cobertura vegetal y la remoción de suelo. Por lo tanto, nuestros objetivos fueron evaluar la fracción erosionable por el viento en diferentes manejos y ambientes en el Sur del Córdoba, y relacionarla con propiedades edáficas. Para ello, en tres macro-ambientes (Oeste, Centro y Este) y en cuatro manejos: Monte (P), Mixto (M), Agricultura sin maní (A0) y Agricultura con maní (A1) se tomaron muestras de suelo sin disturbar para la determinación de la fracción erosionable por el viento (FE) usando un tamiz rotativo. Además, se tomaron muestras para la determinación de materia orgánica (MO) y textura. Existió interacción entre el manejo y el macro-ambiente para la FE. En el Oeste, la FE fue similar entre manejos y con valores por encima del umbral, en el Este también fue similar entre manejos, pero con valores por debajo del umbral. En el Centro, la FE de A1 fue mayor, presentando valores por encima de 40%. La FE se relacionó de manera lineal y negativa con la MO y de manera lineal y positiva con el contenido de arena. En suelos con más de 70% de arena es necesario el uso de cultivos de servicio para controlar la erosión, mientras que este umbral se reduce a 60% para aquellas secuencias con maní.

Palabras clave: fracción erosionable por el viento, agricultura, cultivos de servicio, maní

WIND EROSION RISK IN DIFFERENT PRODUCTIVE SYSTEMS OF SOUTHERN CÓRDOBA

ABSTRACT

In the South of Córdoba province, the simplification of agricultural production systems has increased the risk of wind erosion, due to changes in the dynamics of vegetation cover and land use. Therefore, our objectives were to evaluate the soil erodible fraction by wind in response to different management practices and environments in southern Córdoba province and to relate it to soil properties. For them, in three macro-environments (West, Central and East southern Córdoba) under four soil uses: Forest (P), Mixed (M), Agriculture without peanut crop (A0) and Agriculture with peanut crop (A1), undisturbed samples were taken for the determination of the wind erodible fraction (FE) using a rotary sieve. Additional samples were taken for the determination of organic matter (OM) and texture. There was interaction between soil use and the macro-environment for FE. In West and East southern Córdoba, FE was similar among soil uses with values above the threshold in the former and below the threshold in the latter. In the Central macro-region, FE of A1

* Autor de contacto:
colazo.juan@inta.gob.ar

Recibido:
04-04-23

Recibido con revisiones:
07-06-23

Aceptado:
13-06-23

was higher, with values above 40%. A linear negative relation was observed between FE and OM, whereas a linear positive relation was established between FE and sand content. In soils with above 70% sand, the use of service crops is necessary to control erosion, while this threshold is reduced to 60% for those sequences with peanut crop.

Keywords: wind erodible fraction, agriculture, cover crops, peanut.

INTRODUCCIÓN

En gran parte de la región central de Argentina los sistemas ganaderos o mixtos han sido reemplazados por sistemas de agricultura continua, basados principalmente en cultivos estivales. Entre éstos, el maní (*Arachis hypogaea* L.) tiene una importante participación, principalmente en el Sur de Córdoba, E de San Luis y N de La Pampa (Vicondo, 2020). Esta simplificación en los sistemas ha incrementado el riesgo de erosión, debido a los cambios en la dinámica de la cobertura vegetal y a la remoción de suelos, propia del cultivo de maní (Colazo y Genero, 2020; Mendez & Buschiazzi, 2015). La predominancia de los suelos arenosos, la alta frecuencia de fuertes vientos y la gran variabilidad de las precipitaciones determinan que la erosión eólica sea la predominante en esta zona (Bozzer y Cisneros, 2019; Cisneros et al., 2015; Colazo et al., 2015). Actualmente debido al incremento en el uso de cultivos de servicio en la región, es posible encontrar un mayor grado de intensificación y diversificación (Bolsa de Cereales, 2020). Sin embargo, a pesar de la importancia de la problemática, no existen estudios que cuantifiquen el efecto del manejo en el riesgo a la erosión.

La fracción erosionable por el viento es un indicador de la susceptibilidad del riesgo a la erosión eólica. El mismo indica la proporción de agregados que son fácilmente erosionables por el viento (<0,84 mm), y está directamente relacionado con las tasas potenciales de erosión eólica. Este ha sido utilizado para evaluar el riesgo de erosión y la influencia del manejo en la región pampeana (Colazo & Buschiazzi, 2010). Si bien la misma ha sido utilizada para evaluar diferentes sistemas de labranzas, condiciones de manejo, no existen antecedentes que evalúen cuál es el efecto luego de incorporar maní en la rotación, o encontrar el límite en la cual diferentes manejos sean sostenibles desde el punto de vista del control de la erosión eólica.

La desventaja de este indicador es que no todos los laboratorios de rutina cuentan con la posibilidad de estimarlo, ya que no cuentan con el instrumental específico (Chepil, 1962). Es por ello que diferentes autores han desarrollado funciones de pedotransferencia que lo relacionan con parámetros de rutina como la materia orgánica o la textura (Fryrear et al., 1994; Lopez et al., 2007). Sin embargo, estas relaciones parecen ser empíricas y además dependen del tipo de manejo (Hevia et al., 2007).

La hipótesis de este trabajo es que la FE será mayor en los tratamientos con mayor remoción de suelos, especialmente bajo maní, aunque este efecto será variable y dependiente de los contenidos de arena y materia orgánica. Será posible relacionar FE con variables edáficas para establecer valores umbrales. Es por ello que nuestros objetivos fueron evaluar la FE en diferentes manejos y ambientes en el Sur de Córdoba, y relacionarla con propiedades edáficas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio abarcó al departamento General Roca en el Sur de la provincia de Córdoba. Las precipitaciones varían entre 500 mm en el O a 900 mm en el E, mientras que la textura de los suelos varía de arenosa – franca a franca en el mismo sentido (Figura 1).

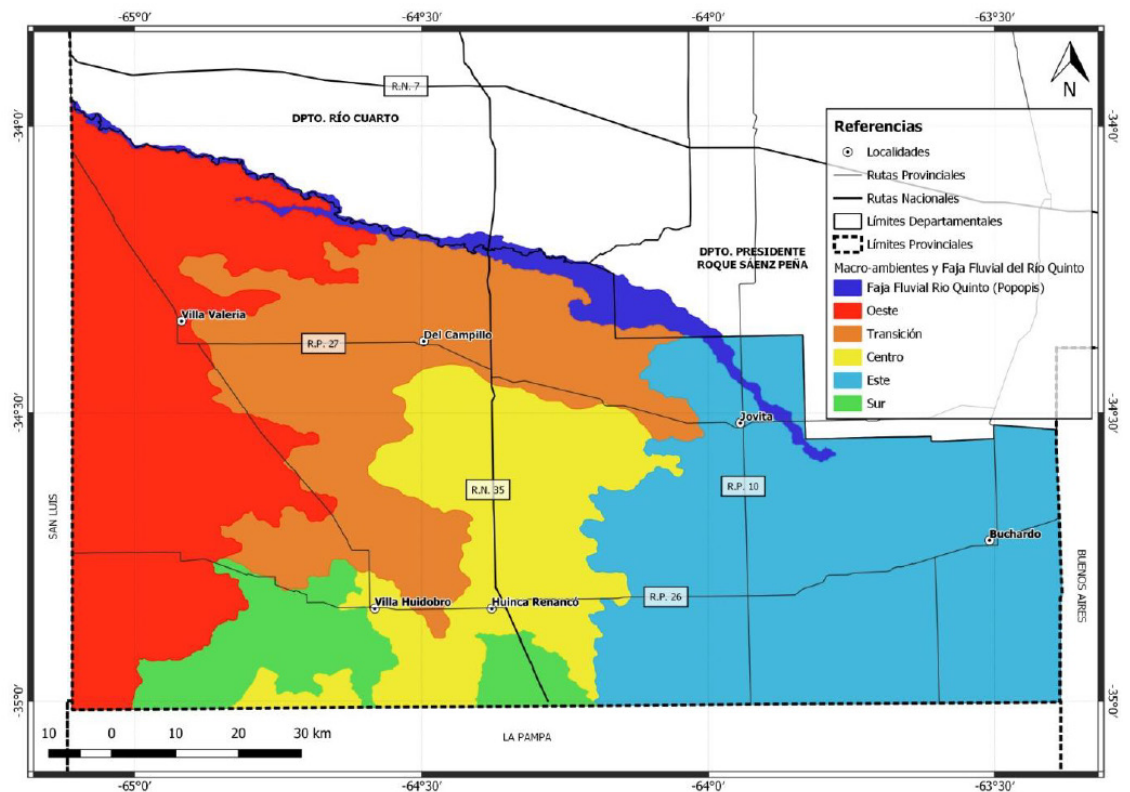


Figura 1: Macro-ambientes en el área de estudio (Tomado de Faule et al., 2020).

Figure 1: Macro-environments in the study area (Source: Faule et al., 2020).

Dentro del mismo se trabajó con la zonificación propuesta por Faule et al. (2020), que divide el departamento en macro-ambientes teniendo en cuenta las características de geomorfología, suelos y precipitaciones:

- a) Oeste: Presenta las menores precipitaciones y pendientes más pronunciadas, estando dominado por Ustipsamientos típicos de textura arenosa franca y capacidad de uso VIes, asociados a lomas y media lomas.
- b) Centro: Presenta precipitaciones intermedias. Se caracteriza por relieves más planos o pendientes medias. Predominan Haplustoles énticos de franco arenosa de clase III-IVes, asociado con Ustipsamientos típico, ubicados generalmente en las lomas.
- c) Este: Sector con mayores precipitaciones y menores pendientes. A su vez, la capa freática salina próxima a la superficie ha dado lugar a procesos de halo-hidromorfismo sobre sedimentos eólicos franco arenosos. Así se identificaron principalmente Haplustoles énticos y típicos íntimamente asociados a Natralboles típicos y Natracualfes mólicos, de clases IIIsc a VIIws respectivamente, siendo estos últimos asociados a posiciones más deprimidas del relieve. La tabla 1 resume los valores medios, mínimos y máximos de materia orgánica, arena y arcilla de los primeros 20 cm de suelo en cada macro-ambiente.

Tabla 1: Valores medios, mínimos y máximos (estos últimos entre paréntesis) de materia orgánica (MO), arena y arcilla de los primeros 20 cm de suelo de cada macro-ambiente. Los valores están expresados en porcentaje (n=36).

Table 1: Mean, as well as minimum and maximum values (in brackets) of organic matter (MO), sand and clay in the first 20 cm of soil in each macro-environment. Values are expressed as percentages (n=36).

| | MO | Arena | Arcilla |
|--------|-----------------|------------|----------|
| | % | | |
| Oeste | 1,0 (0,59-2,58) | 72 (58-84) | 7 (4-10) |
| Centro | 1,5 (0,55-3,27) | 72 (53-83) | 7 (5-11) |
| Este | 1,6 (1,05-2,82) | 61 (48-83) | 8 (6-11) |

Selección de sitios y diseño experimental

En función de los cambios en el uso de la tierra producidos en la región se seleccionaron los siguientes tratamientos teniendo en cuenta registros o entrevistas con productores:

- Monte o pastizal natural (P): Ecosistema natural con mínima intervención y sin uso agrícola en los últimos 50 años o ganadera en la actualidad.
- Agrícola sin maní (A0): situaciones bajo agricultura permanente durante al menos los últimos 10 años, debiendo contar con dos a tres cultivos invernales de cosecha o servicio (no pastoreados) durante las últimas cinco campañas. En general, en la secuencia de cultivo predominan soja (*Glycine max* (L.) Merr.) y maíz (*Zea mays* L.).
- Agrícola con maní (A1): lotes bajo agricultura permanente durante al menos los últimos 10 años, debiendo presentar durante la última campaña un cultivo de maní.
- Mixto agrícola-ganadero (M): lotes bajo pastura perenne de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de entre dos y cuatro años desde la implantación, debiendo contar con cuatro a cinco años de agricultura continua previo a la siembra de la misma.

Además, para seleccionar los lotes se tuvo en cuenta la clasificación de macro-ambientes presentada previamente: Oeste, Centro y Este. Dentro de cada macroambiente, se seleccionaron tres lotes por cada tratamiento, y dentro de cada uno de ellos se seleccionaron tres áreas homogéneas de 10 m² cada una que fueron consideradas como réplicas para realizar el muestreo.

Muestreo de suelo y determinaciones analíticas

El muestreo fue realizado durante el otoño de 2020. Muestras sin disturbar de los primeros 2,5 cm fueron tomadas con pala y almacenadas en bandeja de plástico. Una vez secas al aire, la fracción erosionable por el viento (FE) fue determinada como la proporción de agregados menores a 0,84 mm mediante un tamizado de la muestra usando un tamiz rotativo (Chepil, 1962). También fueron tomadas con barreno muestras de los primeros 20 cm. En ellas se determinó el contenido de MO por oxidación húmeda y la textura mediante un analizador de partículas láser (Gee & Or, 2002; Nelson & Sommers, 1986).

Análisis estadístico

Los valores medios de FE fueron analizados mediante un ANOVA doble con manejo y macro-ambiente como niveles principales. En caso de existir interacción cada manejo fue comparado dentro de cada macro-ambiente mediante la prueba de comparación de medias de Tukey. Las relaciones de FE con MO y arena fueron analizadas mediante análisis de correlación y regresión lineal simple. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significación del 5% utilizando el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fracción erosionable por el viento en función del manejo

Existió interacción entre el manejo y el macro-ambiente para la FE ($P < 0,05$), lo que significa que el efecto del manejo depende del macro-ambiente. Resultados similares fueron descritos por Colazo & Buschiazzo

(2010) en suelos de La Pampa quienes encontraron una interacción entre la labranza y la textura, siendo la FE sensible al manejo solamente en suelos de cuyo contenido de arena varió entre 40 y 60%. Este fenómeno está relacionado con el rol de la textura y la materia orgánica en la formación de agregados tanto en las condiciones naturales como en las cultivadas (Tatarko, 2001).

En el Oeste, no existieron diferencias entre manejos ($P>0,05$), siendo el valor promedio 55% (Figura 2a). Este valor se encuentra por encima del 40%, valor equivalente al umbral considerado para una erosión tolerable (Woodruff & Siddoway, 1965). Esto significa que independientemente del manejo, la estructura del suelo está condicionada por su textura, ya que el alto contenido de arena y el bajo contenido de MO limitan el desarrollo de agregados resistentes a la erosión eólica (Tatarko, 2001). En estas condiciones la presencia de cobertura en las épocas más ventosas y secas es indispensable para controlar los procesos erosivos. En el Centro, existieron diferencias entre manejos ($P<0,05$). Los mayores valores se presentaron en A1. Además, a diferencia del resto, este valor se encontró por encima del valor umbral (Figura 2b). Estos resultados coinciden con Allochis y Quintana (2016) quienes reportaron mayores valores de FE luego del arrancado de maní, comparado con lotes sin la presencia de este cultivo en la secuencia. Con relación a los menores niveles de FE en A0 comparado con M, hay trabajos que muestran estas tendencias y podría estar relacionado con menores densificaciones y también pisoteo animal (Aubalt et al., 2015; Fernández et al., 2021).

Por último, en el Este la FE también fue similar entre manejos ($P>0,05$), pero con valores por debajo del 40%, aunque existe una tendencia a superar dicho umbral luego de maní (Figura 2c). En estos suelos, menos arenosos, los agregados en las condiciones naturales y aquellos generados por las labranzas serían eficaces para controlar los procesos erosivos. Existen antecedentes que muestran que, en suelos con altos contenidos de limos, los agregados secundarios generados por las labranzas pueden explicar los menores contenidos de FE con relación a una situación con mínimo disturbio (Rojas et al., 2013).

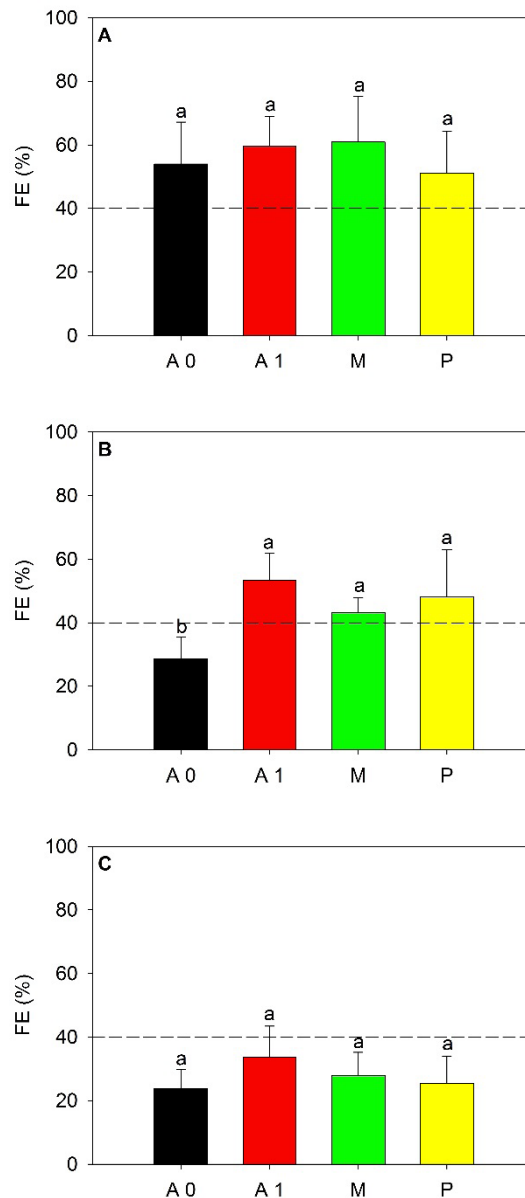


Figura 2: Fracción erosionable por el viento (FE) en función de cuatro manejos: agricultura sin maní (A0), agricultura con maní (A1), mixto (M) y prístino (P) en tres macro – ambientes del S de Córdoba, A) Oeste, B) Centro y C) Este. Las barras verticales indican el desvío estándar (n=36). La línea discontinua indica el valor umbral equivalente a la erosión tolerable. Letras diferentes indican diferencias significativas entre manejos (P<0,05).

Figure 2: Wind erodible fraction (FE) in relation to / in response to four soil uses: agriculture without peanut crop (A0), agriculture with peanut crop (A1), mixed (M) and pristine (P) in three macro-environments in southern Córdoba province, A) West, B) Center, C) East. The vertical bars indicate the standard deviation (n=36). The dashed line indicates the threshold equivalent to tolerable erosion. Different letters indicate significant differences among managements (P<0.05).

Relación de la fracción erosionable con MO y textura

La FE se correlacionó positivamente con el contenido de arena, limo y el índice arena/arcilla; y negativamente con el contenido de arcilla (Tabla 2). Las relaciones más fuertes de FE con las variables estudiadas se obtuvieron con la proporción de arena, a excepción de M en donde FE estuvo más asociada con los contenidos de MO. En general estudios previos han encontrado un mejor ajuste con el índice combinado entre arena y arcilla (Colazo & Buschiazzo, 2010; Lopez et al., 2007). En nuestro caso el contenido de arena fue el que mejor se ajustó, coincidiendo con Rodríguez et al. (2022). Esto podría deberse a los bajos niveles y variación de arcilla que existen en estos suelos (Tabla 1).

Tabla 2: Coeficientes de correlación de Pearson entre la fracción erosionable por el viento y variables edáficas (materia orgánica [MO], arcilla, limo, arena y el cociente entre arena y arcilla) en función del manejo: agricultura sin maní (A0), agricultura con maní (A1), mixto (M) y prístino (P). Resultados en negrita indican valores estadísticamente significativos ($P < 0,05$).

Table 2: Pearson correlation coefficient between wind erodible fraction and edaphic variables (organic matter [MO], clay, silt, sand and the quotient between sand and clay) in function of Soil use: agriculture without peanut crop (A0), agriculture with peanut crop (A1), mixed (M) and pristine (P). Bold letters indicate statistical significance ($P < 0.05$).

| | MO | Arcilla | Limo | Arena | Arena/Arcilla |
|----|--------------|--------------|-------------|-------------|---------------|
| A0 | -0,80 | -0,56 | 0,74 | 0,75 | 0,61 |
| A1 | -0,54 | -0,54 | 0,55 | 0,53 | 0,56 |
| M | -0,52 | -0,01 | 0,26 | 0,30 | 0,13 |
| P | -0,33 | -0,44 | 0,71 | 0,73 | 0,55 |

La Figura 3a muestra la relación entre la FE y la proporción de arena. El modelo lineal ajustó la relación entre variables en todos los tratamientos a excepción de M. Estos resultados coinciden con los reportados por de Dios Herrero et al. (2013) y Rodríguez et al. (2022) quienes encontraron esta misma relación en suelos del E de San Luis y SW de Buenos Aires, respectivamente. Las pendientes en estas relaciones fueron similares entre tratamientos ($P > 0,05$). Los valores de las mismas (0,9-1,3) coincidieron con los reportados por Rodríguez et al. (2022). La ordenada al origen fue mayor en A1 con respecto al resto de los tratamientos ($P < 0,05$), aunque existió una tendencia a igualarse a mayores contenidos de arena. Los mayores valores en la ordenada al origen y las pendientes similares en maní implican que a lo largo del rango de arenas estudiado la diferencia entre este tratamiento y el resto se mantiene relativamente estable. El valor umbral de 40% se alcanza en aproximadamente 60, 65 y 70% de arena en A1, P y A0, respectivamente. Estos valores están en concordancia con los estimados por Vicondo et al. (2022), e indican el contenido de arena a partir del cual el riesgo de erosión deja de ser tolerable.

La relación entre la FE y MO fue negativa y lineal, a excepción de P (Figura 3b, $P < 0,05$). Estos resultados no coinciden con estudios previos sobre lotes bajo agricultura en la región (Colazo & Buschiazzo, 2010; Druille et al., 2013). Es probable que estas diferencias se deban a los mayores años bajo siembra directa de los suelos en nuestro estudio y a la mayor variabilidad de MO. Existieron diferencias entre las pendientes de A0 y A1 ($P < 0,05$). No existieron diferencias entre las ordenadas al origen ($P > 0,05$). Esto implica que, a mayores valores de MO, las diferencias entre A0 y A1 son mayores. El valor umbral de 40% se alcanza en aproximadamente 1,1; 1,4 y 1,8% de MO en A0, M y A1, respectivamente. Esto implica que en A0 existe una mejor estructura que en M y A1 ante valores similares de MO, lo que puede deberse a una mayor estabilidad de los agregados en A0 (Hevia et al., 2007).

La bondad de ajuste (R^2) de los modelos fue alta en A0, mientras que en el resto de los tratamientos fue baja. Esto podría deberse a la mayor homogeneidad que genera este tipo de manejo. Los menores ajustes en el A1 podrían deberse a diferentes intensidades en el arrancado de maní. En M también existe un factor adicional relacionado con el pastoreo que influye en la erodabilidad (Aubault et al., 2015). La no asociación entre FE y MO en P, no coincide con lo reportado en otras regiones y podría deberse a que esta relación se asocia a modelos asintóticos más que a lineales (Colazo y Buschiazzo, 2010).

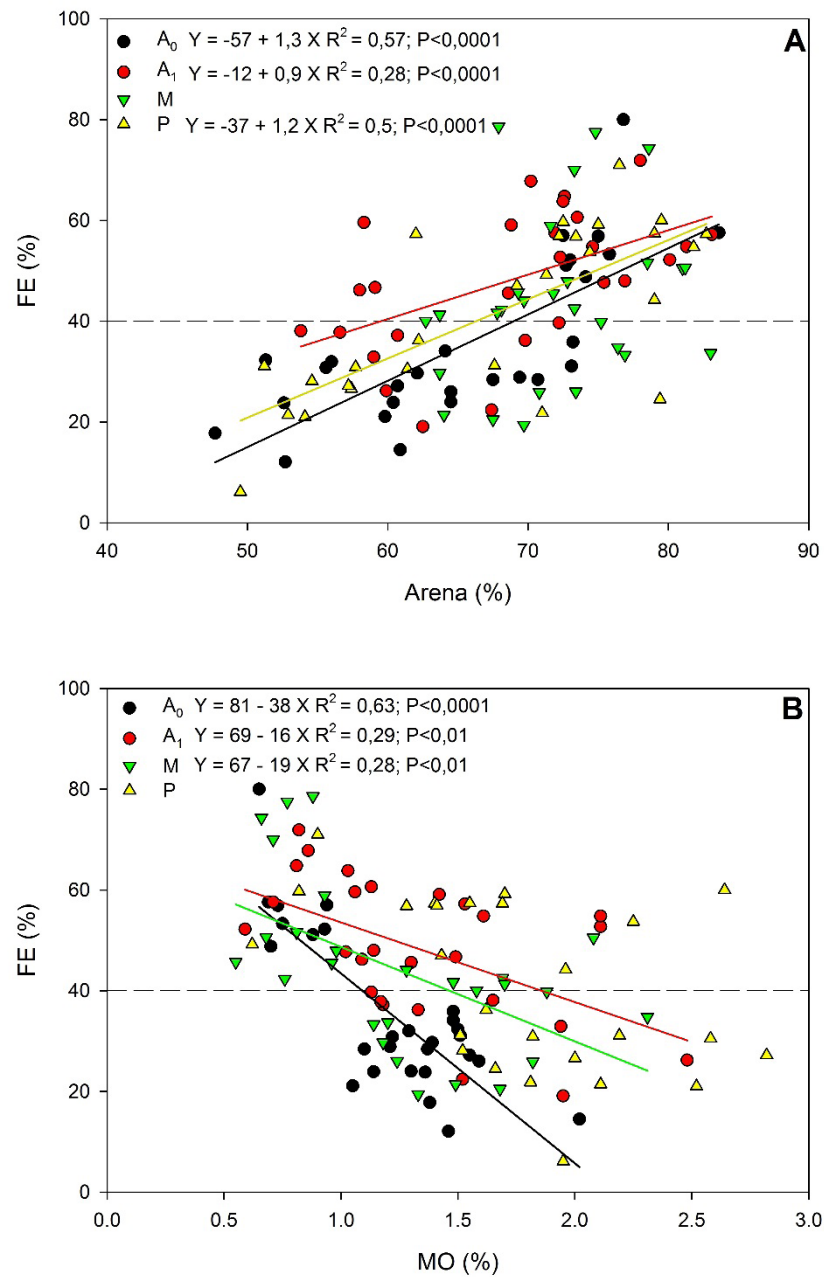


Figura 3: Fracción erosionable por el viento (FE) en función de A) materia orgánica (MO) y B) proporción de arena. A0 = agricultura sin maní, A1= agricultura con maní, M= mixto y P= pristino. La línea discontinua muestra valores umbral. Las líneas continuas muestran la relación lineal entre variables para A0 (negro), A1 (rojo), P (amarillo) y M (verde).

Figure 3: Wind erodible fraction (FE) as a function of A) organic matter (MO) and B) proportion of sand. A0= agriculture without peanut crop, A1= agriculture with peanut crop, M= mixed and P = pristine. Dashed line indicates the threshold equivalent to tolerable erosion. Continuous lines show the linear regressions between variables for A0 (black), A1 (red), P (yellow) and M (green).

CONCLUSIONES

El riesgo a la erosión eólica de diferentes usos de la tierra dependerá del tipo de ambiente en el sur de Córdoba. El riesgo de erosión eólica es alto en el macro-ambiente Oeste independientemente del manejo, mientras que en el Este es bajo. En el macro-ambiente Centro, la agricultura con maní muestra valores de FE por encima del umbral y diferentes al resto de los usos de la tierra.

Los niveles de FE se asociaron positivamente al contenido de arena y limo, y negativamente al de arcilla y materia orgánica, aunque el grado de asociación varió entre manejos. Los umbrales a partir de los cuales se alcanzan los valores equivalentes de erosión eólica tolerables dependen del manejo, siendo 70% de arena y 1,1% de materia orgánica en manejos agrícolas sin maní, y 60% de arena y 1,8% de materia orgánica en agricultura con maní. Es por ello que en estas situaciones es necesario el uso de cultivos de servicio para evitar el desencadenamiento de procesos erosivos.

AGRADECIMIENTOS

Estos resultados corresponden a las actividades llevadas a cabo por la Chacra Sur de Córdoba (convenio AAPRESID – INTA). Se agradece a los miembros fundadores de la misma como así también al gobierno de la provincia de Córdoba por el financiamiento, y a AGD servicios tecnológicos por aportar todos los análisis químicos realizados en las muestras de suelo.

REFERENCIAS

- Allochis, H., y Quintana, V. (2016). Efecto del maní sobre las propiedades físicas y la erosión eólica en suelos de texturas contrastantes de la Región Semiárida Pampeana. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. UNLPam, Santa Rosa, Argentina. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/semiarida/article/view/5408/5699>.
- Aubault, H., Webb, N., Strong, C., McTainsh, G., Leys, J., & Scanlan, J. (2015). Grazing impacts on the susceptibility of rangeland to wind erosion: The effects of stocking rate, stocking strategy and land condition. *Aeolian Res.* 17, 89-99. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2014.12.005>.
- Bolsa de Cereales. (2020). Indicadores regionales. Campaña 2018/19. Informe ReTAA 30. Departamento de Investigación y Prospectiva. Disponible en: <https://www.bolsadecereales.com/>. 14 de septiembre de 2022.
- Bozzer, C., y Cisneros, J.M. (2019). Detección de médanos y focos de erosión como indicadores de ambientes susceptibles a la reactivación de procesos de erosión eólica y desertificación. *Ab Intus* 4(2), 1 – 13.
- Cisneros, J.M., Degioanni, A., González, J., Cholaky, C., Cantero, J., Cantero, A., Gutiérrez, J., y Tassile, J. (2015). Provincia de Córdoba. En: R. Casas y M. Albarracín (Eds.), *El deterioro del suelo y del ambiente en Argentina*. Tomo 2, pp 87-100. Editorial FECIC.
- Chepil, W.S. (1962). A Compact Rotary Sieve and the Importance of Dry Sieving in Physical Soil Analysis. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26, 4-6.
- Colazo, J.C., & Buschiazzi, D.E. (2010). Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. *Geoderma* 159, 228-236. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.07.016>.
- Colazo, J.C., & Buschiazzi, D.E. (2015). The impact of agriculture on soil texture due to wind erosion. *Land Degrad. Develop.* 26, 62-70. <https://doi.org/10.1002/ldr.2297>.
- Colazo, J.C., y Genero, M. (2020). Control de erosión eólica luego de maní. En: J.C. Colazo y J.A. Garay (Eds.), *Cultivos de cobertura en San Luis*. Información Técnica 197. EEA San Luis, pp. 29-34. Ediciones INTA.
- de Dios Herrero, J.M., Colazo, J.C., y Buschiazzi, D.E. (2-4 de Junio, 2013). Estimación de la fracción erosionable por el viento en suelos de la provincia de San Luis. En: *Actas de las Jornadas Argentinas de Conservación de Suelos* (pp. 4). Buenos Aires, Argentina.
- de Oro, L., & Buschiazzi, D.E. (2009). Threshold wind velocity as an index of soil susceptibility to wind erosion under variable climate conditions. *Land Degrad. Develop.* 20, 14-21. <https://doi.org/10.1002/ldr.863>.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C. W. InfoStat (versión 2017) [Software]. Córdoba, Argentina: Centro de Transferencia InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.
- Druille, M., Castiglioni, M., y Massobrio, J.M. (2013). Fracción erosionable del suelo en el oeste bonaerense bajo sistemas de uso de la tierra contrastantes. *Ciencia del Suelo* 31(1), 125-132.
- Faule, L., Lanfranco, M.F., Torregrosa, R.S., y Renaudeau, S. (13-16 de octubre, 2020). Caracterización edafo-climática del departamento General Roca, Córdoba. En: *Actas del XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Suelos: Desafíos para una producción y desarrollo sustentables (pp. 247-250). Corrientes, Argentina.
- Fernandez, R., Lucas M., Painemilla, L., y Quiroga, A. (2021). Efecto de las pasturas perennes en la estructura de molisoles de la región semiárida pampeana. Parte II. *Ciencia del Suelo* 39(2), 285-306.
- Fryrear, D.W., Krammes, C.A., Williamson, C.M., & Zobeck, T.M. (1994). Computing the wind erodible fraction of soils. *J. Soil & W. Cons.* 49, 183-188.
- Gee, G.W., & Or, D. (2002). Particle Size Analysis. In: J. Dane, & G.C. Topp, (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods*, Soils Science Society of America, Book Series No. 5 (pp. 255-293). Madison, United States.
- Hevia, G.G., Méndez, M.J., & Buschiazzi, D.E. (2007). Tillage affects soil aggregation parameters linked with wind erosion. *Geoderma* 140, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.03.001>.

- Méndez, M.J., & Buschiazzi, D.E. (2015). Soil coverage evolution and wind erosion risk on summer crops under contrasting tillage systems. *Aeolian Res.* 16, 117 – 124. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2014.12.002>.
- López, M.V., de Dios Herrero, J.M., Hevia, G.G., Gracia, R., & Buschiazzi, D.E. (2007). Determination of the wind-erodible fraction of soil using different methodology. *Geoderma* 139, 407–411. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.03.006>.
- Nelson, D.S. & Sommers, L.E. (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: D.L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis*. Part 3, pp 961-1010. Soil Science Society of America. Madison, United States.
- Rodríguez, E., Colazo, J.C., Vanzolini, J.I., y Zubiaga, L. (15-18 de noviembre, 2022). Susceptibilidad a la erosión eólica y su relación con parámetros edáficos en Patagones. En: *Actas del XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo* (pp. 1322-1327). Buenos Aires.
- Rojas, J.M., Buschiazzi, D.E., y Arce, O.E. (2013). Parámetros edáficos relacionados con la erosión eólica en inceptisoles del chaco. *Ciencia del Suelo* 31(1), 133-142.
- Tatarko, J. (2001). Soil Aggregation and Wind Erosion: Processes and Measurements. *Annals of Arid Zone* 40(3), 251-263
- Vicondo, M. (2020). Evaluación de tierras para el cultivo de maní en la provincia de Córdoba (Argentina), con determinación de criterios a partir de análisis de Frontera. Trabajo Final de Máster. Universidad de Lleida. 190 pp.
- Vicondo, M., Villar, J.M., y Colazo, J.C. (15-18 de noviembre, 2022). Susceptibilidad a la erosión eólica de la región manífera de la provincia de Córdoba (Argentina). En: *Actas del XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo* (pp. 1419). Buenos Aires.
- Woodruff, N.P., & Siddoway, F.H. (1965). A wind erosion equation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29(5), 602-608.