

## EVOLUCIÓN DEL SUELO SOBRE SEDIMENTOS EÓLICOS DE ACUMULACIÓN RECIENTE EN EL SEMIÁRIDO

Micaela Gisel Berger<sup>1\*</sup>, Daniel Eduardo Buschiazzi<sup>1</sup>, Rocío Noelia Comas<sup>1,2</sup>,  
Laura Antonela Iturri<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa (INCITAP, CONICET-UNLPam), Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

### RESUMEN

Existen evidencias de que el ecosistema del Caldenal de la Región Semiárida de Argentina (RSA) funciona como sumidero de sedimentos eólicos provenientes de distintas fuentes. La existencia de una capa de ceniza volcánica depositada en el año 1932 por la erupción del volcán Quizapú (Chile) en el subsuelo del Caldenal, se convierte en un nivel cronológico preciso que permite cuantificar la tasa de formación del suelo que evoluciona sobre esta capa, actualmente un horizonte superficial (A). El A habría sido formado por acumulación de sedimentos eólicos y por el aporte de biomasa a lo largo de los últimos 92 años. Con el objetivo de evaluar el grado de pedogénesis de este horizonte, se realizó su muestreo en dos transectas paralelas orientadas SO-NE en el área de mayor depositación de la ceniza volcánica que es detectable al presente. Los resultados indican que el A presentó una mayor tasa de formación de suelo (0,12 cm año<sup>-1</sup> en promedio), mayor espesor (10,7 cm en promedio), textura más fina (predominio de limo), una estructura de grado moderada a fuerte, mayor concentración de C orgánico (4,5% en promedio) y menor fracción erosionable (FE, 18,6% en promedio) en sitios ubicados hacia el E, mientras que hacia el O registró una menor tasa de formación de suelo (0,07 cm año<sup>-1</sup> en promedio), menor espesor (6,7 cm en promedio), textura más gruesa (predominio de arena), una estructura de grado moderada a débil, menor concentración de C orgánico (3% en promedio) y mayor FE (25,1% en promedio). Los resultados muestran una tendencia de mayor grado de pedogénesis hacia el E, coincidiendo con la existencia de sedimentos eólicos texturalmente más finos y precipitaciones medias anuales mayores en ese sentido.

**Palabras clave:** pedogénesis; carbono orgánico del suelo; erosión eólica; ústico.

## SOIL EVOLUTION ON RECENTLY ACCUMULATED AEOLIAN SEDIMENTS IN THE SEMIARID REGION

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

Recibido:  
06-09-24

Recibido con revisiones:  
07-11-24

Aceptado:  
19-11-24

### ABSTRACT

There is evidence that the Caldenal ecosystem of the Semi-arid Region of Argentina (SAR) acts as a sink for wind sediments from different sources. The existence of a volcanic ash layer in the subsoil of such region, deposited as a result of the eruption of the Quizapú volcano (Chile) in 1932, serves as a precise chronological index that allows to quantify the formation rate of a surface (A) horizon. This horizon seems to have been formed on aeolian sediments accumulated through successive wind deposition events over the last 92 years. In order to evaluate the degree of pedogenesis of this A-horizon, samples were collected along two parallel SW-NE oriented transects in the area with the highest volcanic ash deposition observed

at present. Results indicate that A presented a higher soil formation rate ( $0.12 \text{ cm yr}^{-1}$  on average), greater thickness (10.7 cm on average), finer texture (silt predominance), moderate to strong grade structure, higher organic C concentration (4.5% on average) and lower erodible fraction (EF, 18.6% on average) in sites located to the E, while a lower soil formation rate ( $0.07 \text{ cm yr}^{-1}$  on average), lower thickness (6.7 cm on average), coarser texture (sand predominance), moderate to weak grade structure, lower organic C concentration (3% on average) and higher EF (25.1% on average) was observed in sites located to the W. The results show a tendency to higher degree of pedogenesis towards the E, coinciding with the existence of texturally finer aeolian sediments and higher average annual precipitation in that direction.

**Keywords:** pedogenesis, soil organic carbon; wind erosion; ustic.

## INTRODUCCIÓN

Los suelos de la Región Semiárida de Argentina (RSA), mayormente clasificados como Haplustoles Énticos evolucionan sobre materiales loésicos holocénicos (Buschiazzo y Taylor, 1993). El viento transporta preferentemente sedimentos de tamaño limo, ricos en C y otros elementos, desde distintas fuentes (Buschiazzo y Aymar, 2012; Iturri et al., 2017). Estos sedimentos se estarían acumulando en los suelos forestales del Caldenal (Iturri et al., 2016) dando como resultado un engrosamiento del A (Berger et al., 2023). El espesor de dicho horizonte se puede medir fácilmente en la actualidad, debido a que yace sobre una capa de ceniza volcánica acumulada en 1932, durante la erupción del volcán Quizapú, Chile. La ceniza se extendió de O (oeste) a E (este) a lo largo de cientos de kilómetros en la RSA (Larsson, 1937), con potencias variables de varios centímetros, y es aún detectable en suelos con mínimos disturbios, como los forestales. El material que se acumuló sobre esta capa, posiblemente por acumulación de sedimentos de origen eólico, posee espesores que pueden alcanzar hasta los 25 cm. Considerando que los vientos predominantes en la región han tenido preferentemente orientación SO a NE (Panebianco y Buschiazzo, 2008), se habría producido en el Caldenal una acumulación de sedimentos eólicos más gruesos hacia el O y más finos hacia el E, lo que habría generado un mayor grado de evolución del suelo en ese mismo sentido. A esto último se suma el factor climático, principalmente las precipitaciones, las cuales se incrementan de O a E favoreciendo el desarrollo de los suelos.

El efecto de los aportes eólicos sobre la formación de los suelos del Caldenal ha sido parcialmente verificado. Iturri et al. (2016) comprobaron que se han producido incrementos de limo y C orgánico en el horizonte superficial en un lapso de nueve años. Esto se habría debido al transporte selectivo de sustancias acumuladas en los sedimentos, según su tamaño y densidad. Es sabido que las partículas y agregados de tamaño grueso ( $70\text{-}1000 \mu\text{m}$ ) son transportados por el viento a bajas alturas y cortas distancias mientras que las partículas de tamaños arcilla y limo, son transportadas a mayores alturas y largas distancias (Shao y Lu, 2000). El C orgánico acumulado en el suelo forestal, proviene, por un lado, del transporte de sedimentos eólicos de los suelos agrícolas erosionados, así como también por el aporte de C orgánico de la biomasa forestal. El aporte de C proveniente de la biomasa puede considerarse como un aporte constante de C, relativamente estable en el tiempo, con una variabilidad anual propia del ciclo de caída estacional de las hojas de los árboles (Avecilla et al., 2023). Por el contrario, el aporte de C de los sedimentos eólicos posiblemente depende de las condiciones climáticas variables que ocurren entre años (Panebianco y Buschiazzo, 2008), transportándose masas más grandes de sedimentos en condiciones secas.

Es aún desconocido el efecto que la depositación reciente (últimos 92 años) de sedimentos eólicos, ricos en C orgánico tiene en la formación del suelo. Se estima que un mayor espesor del A, sumado a las mayores concentraciones de C orgánico, limo y arcilla, estaría asociado con una mayor capacidad de retención de agua, lo que determinaría una mayor pedogénesis.

Con el fin de evaluar el grado de pedogénesis del horizonte A (en formación desde hace 92 años), se evaluaron sus propiedades físicas, químicas y morfológicas en distintos suelos de bosque de caldén, en la RSA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitios de estudio y muestreo de suelos

La RSA presenta una temperatura media anual de  $15,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y precipitaciones medias anuales que decrecen de E (600 mm) a O (400 mm) (Ciccolella et al., 1998). La velocidad media del viento es de  $8,2 \text{ km h}^{-1}$  con máximas de hasta  $60 \text{ km h}^{-1}$  (Belmonte et al., 2016). La mayor parte de los suelos se desarrollan a partir de una extensa cubierta sedimentaria de depósitos loésicos hacia el E y mantos de arena-campos de dunas hacia el O, acumulados principalmente en los últimos  $\sim 30.000$  años (Zárate y Mehl, 2020). Este material

loésico, tiene influencia de materiales piroclásticos (Zárate y Tripaldi, 2012). En la actualidad, el aporte de vidrio volcánico de la erupción en 1932 del volcán Quizapú en la Cordillera de los Andes se presenta, en los suelos que han sido escasamente disturbados, como una capa de entre 10 a 30 cm de espesor, de límite abrupto y claro. Esta capa es identificable al presente en los suelos del Caldenal ya que se encuentran escasamente disturbados, mientras que, en los suelos agrícolas, el material piroclástico se encuentra mezclado por acción de las labranzas (Iturri et al., 2020).

Se eligieron seis sitios dentro del ecosistema del Caldenal (Tabla 1) (Fig. 1) con similares condiciones de cobertura vegetal y relieve (unidad geomorfológica de la Planicie con Tosca) (INTA et al., 1980), y con presencia de la capa de ceniza volcánica nítida y sin disturbar.

Tabla 1: Localización geográfica de los sitios de estudio.

Table 1: Geographic location of the sites under study.

Transecta	Sitios		Localización geográfica
	Nº	Nombre	
O	1	Rucanelo	35°54'36,2"S 64°56'54,1"O
	2	Caleufú	35°40'39,4"S 64°36'32,9"O
	3	Rancul	35°29'49,0"S 64°41'46,3"O
E	4	Conhelo	36°07'40,1"S 64°34'48,5"O
	5	Eduardo Castex	35°48'24,8"S 64°19'42,3"O
	6	Trenel	35°38'22,0"S 64°12'16,3"O

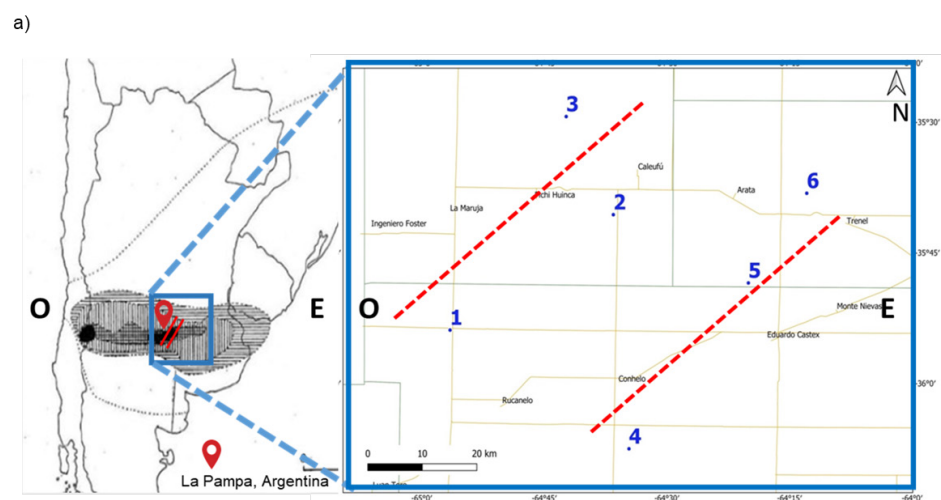
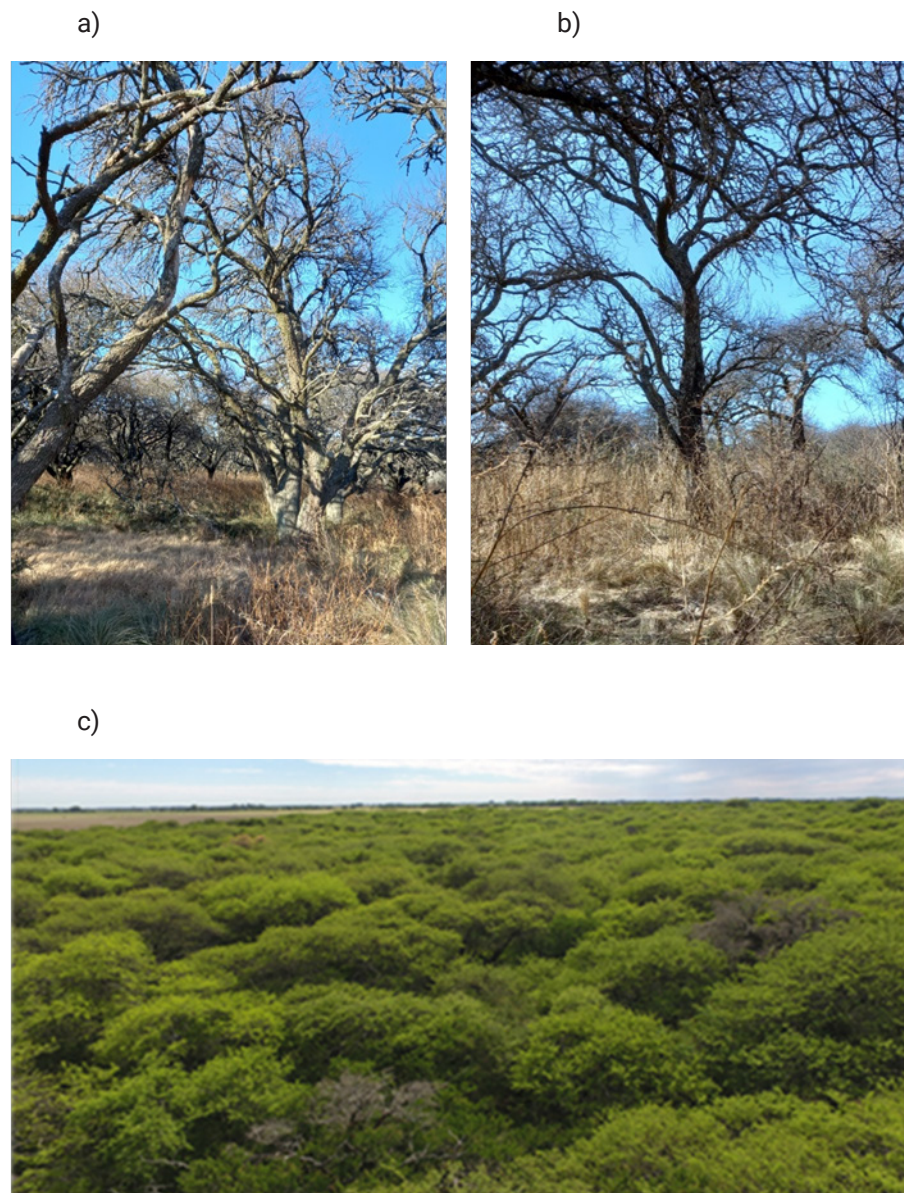


Figura 1: Ubicación de los puntos de muestreo sobre las dos transectas dentro del área de acumulación de la ceniza volcánica de 1932 (colores más oscuros indican mayor acumulación de ceniza, adaptado de Larsson, 1937).

Figure 1: Location of the sampling points in each transect within the area of deposition of the volcanic ash layer (darker colors indicate greater ash accumulation, adapted from Larsson, 1937).

Los sitios de muestreo están ubicados dentro del bosque de Caldén, que conforma un ecosistema boscoso característico de la región central semiárida templada de Argentina. En la actualidad se encuentra en forma de parches que pueden poseer una vegetación de gran heterogeneidad estructural por efecto del pastoreo (Morici et al., 2009). Se puede distinguir un estrato arbóreo en el que domina *Neltuma caldenia*, un estrato arbustivo, de muy variable composición florística, y un estrato herbáceo en el que se pueden encontrar especies de porte bajo y especies de altura intermedia (Hepper et al., 2013). Si bien el Caldénal presenta heterogeneidad en su vegetación, para este muestreo se eligieron sitios con cobertura arbórea, arbustiva y herbácea homogénea (Fig. 2), a fin de uniformizar el efecto que ésta produce sobre el suelo (Buschiazzo et al., 2004) y, de esta manera, poder atribuir la variabilidad de la materia orgánica del suelo solamente a la composición textural del horizonte superficial.



**Figura 2:** Fotografías tomadas en agosto de 2022 que muestran la cobertura vegetal de a) sitio 2 (transecta O), b) sitio 6 (transecta E) y c) fotografía aérea tomada en noviembre de 2022 mostrando la cobertura vegetal homogénea del Caldénal.

**Figure 2:** Photographs taken in August 2022 showing vegetation cover of a) site 2 (transect W), b) site 6 (transect E) and c) aerial photograph taken in November 2022 showing homogeneous vegetation cover of the Caldénal.

El muestreo se realizó en dos transectas paralelas orientadas SO-NE (Fig. 1). En cada una de ellas se seleccionaron tres sitios donde se recolectaron muestras del A (desde la superficie hasta la capa de ceniza volcánica). Todos los muestreos se realizaron por triplicado en superficies de 10 m<sup>2</sup>. Se tomaron fotogra-

fías del lugar que muestran la cobertura vegetal (Fig. 2), y los perfiles de suelo (Fig. 3 b). Cada sitio fue georreferenciado con un GPS (Garmín ETREX 32X).

#### Determinaciones de propiedades morfológicas, físicas y químicas

En cada sitio se realizó una descripción morfológica de los perfiles hasta una profundidad de aproximadamente 50 cm, en base a las normas de Etchevehere (1976). Del horizonte A se analizaron, además, los siguientes atributos morfológicos por triplicado: espesor, color con Tabla Munsell y el tipo, clase y grado de la estructura. A partir del espesor del A se calculó la tasa de formación de suelo en  $\text{cm año}^{-1}$  para todos los sitios muestreados, considerando un tiempo de 92 años (1932 al presente). Se realizaron muestreos de control con barreno hasta el metro de profundidad en los puntos muestreados y en los puntos intermedios a los muestreados. En el muestreo de control se registró nuevamente la profundidad a la que se encontró la capa de ceniza volcánica, el espesor del A y otras características como el color.

En el laboratorio, sobre muestras de suelo secas al aire y tamizadas por 2 mm, se analizaron la composición granulométrica sobre muestras dispersas en agua mediante un contador de partículas láser (sistema de clasificación Wentworth, 1922) y la concentración de C orgánico por oxidación húmeda (Norma IRAM-SAGPyA 29571-3:2011, 2017). Sobre una alícuota de muestra de suelo sin disturbar se determinó la distribución de agregados con el tamiz rotativo (Chepil, 1962) y se calculó la fracción erosionable (FE; el porcentaje de agregados de tamaño menor a 0,840 mm) (Colazo y Buschiazzo, 2010).

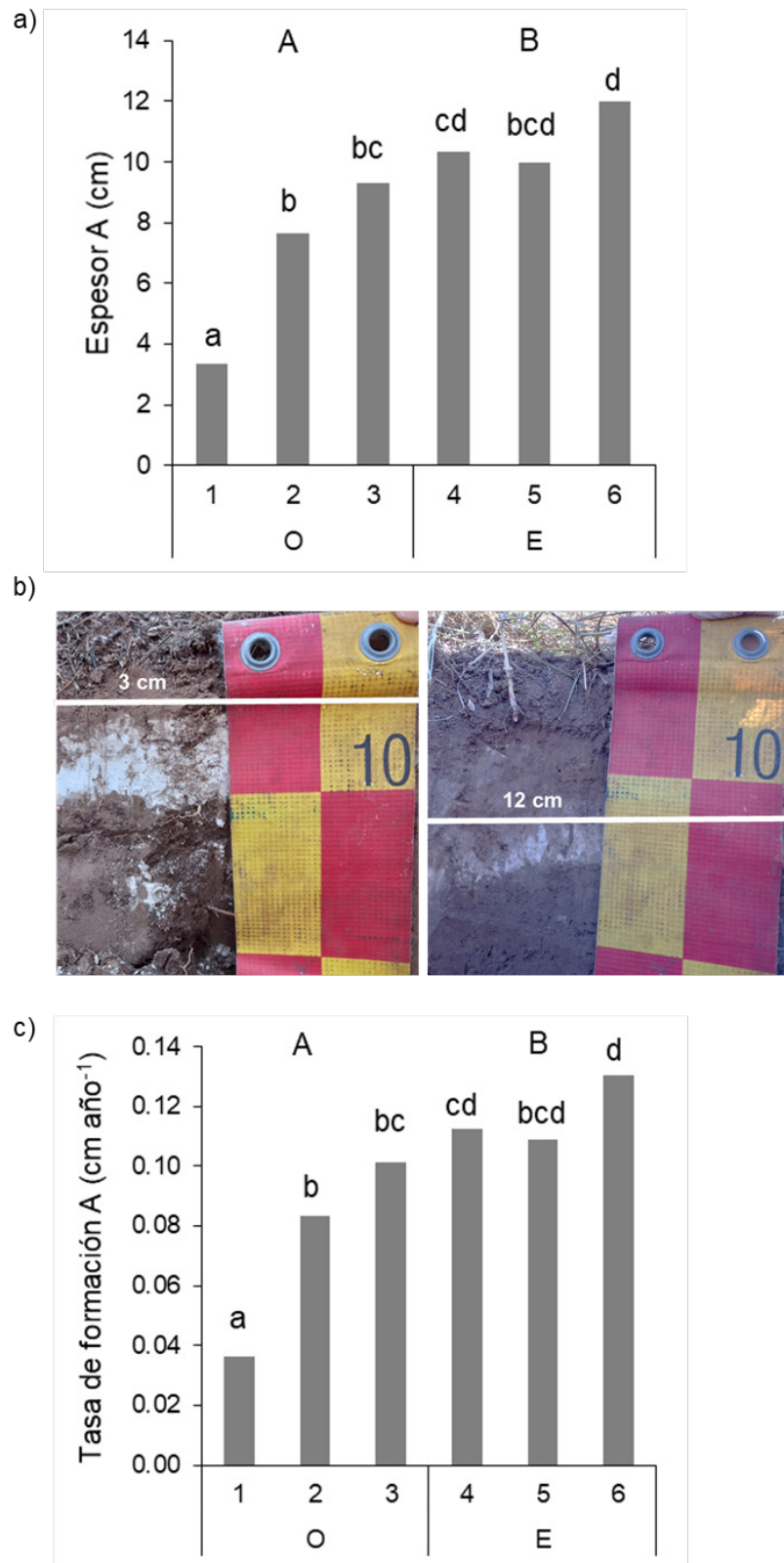
#### Análisis matemáticos y estadísticos

El espesor, la tasa de formación de suelo, la proporción de las fracciones texturales (arcilla, limo y arena), la concentración de C orgánico y los valores de FE de los A, se comparó entre transectas y entre sitios de ambas transectas por test de medias por medio de ANOVA. Posteriormente, una vez confirmada esta diferencia, se realizó un test de comparaciones múltiples LSD de Fisher para evaluar qué medias diferían entre sí. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0,05, por medio de Microsoft Excel/2010 e Infostat (Di Rienzo et al., 2017).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El color del A de los sitios 1, 2 y 3, ubicados al O, fue clasificado como 10 YR 4/3 (marrón) en seco y 10 YR 3/2 en húmedo (marrón grisáceo muy oscuro). Los ubicados al E (sitios 4 y 5) presentaron colores en seco clasificados como 7,5 YR 4/2 (marrón) y el del sitio 6 como 7,5 YR 5/2 (marrón). En húmedo, los colores fueron 7,5 YR 3/2 (marrón oscuro) para el sitio 4, 7,5 YR 2,5/2 (marrón muy oscuro) para el 5, y 7,5 YR 4/2 (marrón) para el 6. El tipo (granular y bloques subangulares) y clase (entre muy fina <10 mm y fina 10-20 mm) de la estructura fue, en general, similar entre todos los sitios estudiados. Sin embargo, el grado de la estructura del A en los sitios ubicados al O fue de moderada a débil mientras que en los del E varió de moderada a fuerte. El color más oscuro y el mayor grado de estructura del A de los sitios ubicados hacia el E estaría asociado a contenidos más altos de materia orgánica y texturas más finas en el mismo sentido.

De todos los parámetros analizados entre transectas, los únicos que mostraron diferencias significativas fueron el espesor, siendo mayor en la transecta E (11 cm en promedio) que en la O (7 cm) (Fig. 3 a y 3 b) y la tasa de formación de suelo, siendo mayor al E ( $0,12 \text{ cm año}^{-1}$  en promedio) que al O ( $0,07 \text{ cm año}^{-1}$ ) (Fig. 3 c).



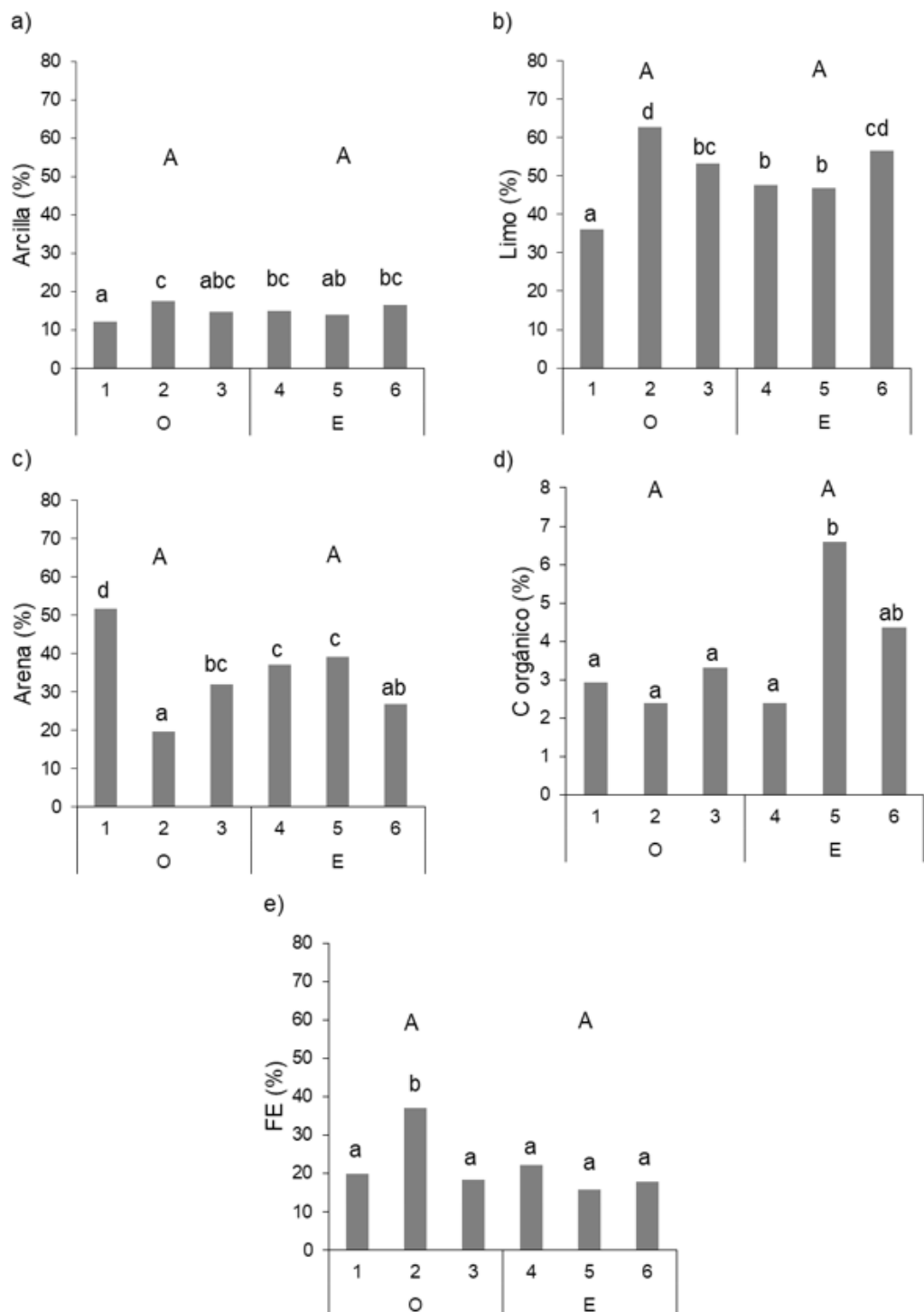
**Figura 3:** a) Espesor del horizonte superficial (A), b) izquierda, espesor del A del sitio 1 (O) y derecha, espesor del sitio 6 (E), y c) tasa de formación de suelo del horizonte superficial (A) en cm año<sup>-1</sup>. Letras mayúsculas similares indican diferencias no significativas entre transectas; letras minúsculas similares indican diferencias no significativas entre sitios ( $p > 0,05$ ).

**Figure 3:** (a) Thickness of the surface horizon (A), (b) left, thickness of A of site 1 (W) and right, thickness of site 6 (E), and (c) soil formation rate of the surface horizon (A) in cm yr<sup>-1</sup>. Similar capital letters indicate non-significant differences between transects; similar lowercase letters indicate non-significant differences between sites ( $p > 0.05$ ).

El mayor espesor encontrado en los sitios de la transecta E que en la O podría deberse al transporte eólico de larga distancia de sedimentos tamaño arcilla y limo, desde fuentes ubicadas al SO de los sitios de estudio (piedemonte andino y sistema fluvial del río Atuel-Salado-Chadileuvú) e incluso de fuentes ubicadas en la zona central de la diagonal árida sudamericana (sector central y sur de la meseta Puna Altiplano) (Cosentino et al., 2020). Estos sedimentos de tamaño pequeño son luego depositados a distancias más alejadas de la fuente (Sayago et al., 2001; Zárate, 2007; Zárate y Tripaldi, 2012; Schaetzl et al., 2018). Otro proceso que podría adicionarse al mencionado anteriormente es el aporte eólico a corta distancia de sedimentos de tamaño arcilla y limo, los cuales habrían sido transportados desde los suelos agrícolas circundantes a los sitios que componen la transecta E, como ha sido mencionado en trabajos anteriores de Iturri et al. (2016) y AVECILLA et al. (2023). Este último proceso tendría lugar preferentemente en los sitios de la transecta E, por estar inmersos en la zona productiva de la provincia de La Pampa.

La Figura 3 muestra que el análisis del espesor del horizonte A entre sitios fue similar al análisis del espesor del horizonte A entre transectas. Estos resultados muestran una tendencia de incremento del espesor del horizonte A desde el O hacia el E.

La tasa de formación de suelo tendió a incrementarse de O a E, registrándose la tasa más alta en el sitio 6 (0,13 cm año<sup>-1</sup>), aunque no existieron diferencias significativas entre éste y las tasas de los sitios 4 y 5 (0,11 cm año<sup>-1</sup>). Mientras que, la tasa de formación de suelo más baja se registró en el sitio 1 (0,03 cm año<sup>-1</sup>). Es sabido que la formación de suelo en las condiciones de la RSA es un proceso muy lento (ej., Camilión et al., 1990). Sin embargo, los valores hallados para un período de 92 años muestran una tasa potencial de formación de hasta 0,12 cm año<sup>-1</sup>. Valores similares de tasa de formación de suelo (0,20 cm año<sup>-1</sup>) fueron hallados por Tarabini et al. (2019), en un estudio realizado en suelos con diversas coberturas vegetales en Esquel, Provincia de Chubut, Argentina. Otros autores (Berger et al., 2023) encontraron que la tasa media de sedimentación de materiales eólicos en un suelo de bosque de Caldén en la Provincia de La Pampa fue de 0,2 cm año<sup>-1</sup>, con valores máximos de hasta 0,3 cm año<sup>-1</sup> (en el borde del bosque). El mayor espesor y la mayor tasa de formación de suelo hacia el E, son indicadores de la capacidad de entrapamiento de sedimento eólico de los parches de caldén. Este efecto es más marcado hacia el E, posiblemente debido a un aporte de partículas proveniente de la erosión eólica de sitios agrícolas situados al E de La provincia de la Pampa, donde se registran las mayores tasas de erosión eólica debido al laboreo frecuente del suelo y la escasa cobertura (Buschiazzo et al., 2015; AVECILLA et al., 2023). Este último proceso puede afectar al ambiente y la salud humana debido a la emisión, transporte y depositación de sedimento eólico, rico en C y otros elementos nutrientes y no nutrientes, en ecosistemas distantes de la fuente, afectando los ciclos biogeoquímicos, el balance de la radiación solar y la formación de nubes (Conen y Leifeld, 2014; Steinke et al., 2016). El horizonte A estudiado, de formación posiblemente eólica y reciente, estaría mostrando la capacidad del bosque de Caldén de mitigar algunos efectos del transporte de sedimento eólico, por ejemplo, a través del secuestro de ciertas cantidades de C.



**Figura 4:** Concentraciones de a) arcilla, b) limo, c) arena y d) carbono (C) orgánico; y e) fracción erosionable (FE) del horizonte superficial (A), en cada sitio (1, 2, 3, 4, 5 y 6) y transecta. Letras mayúsculas similares indican diferencias no significativas entre transectas; letras minúsculas similares indican diferencias no significativas entre sitios ( $p>0,05$ ).

**Figure 4:** Concentrations of (a) clay, (b) silt, (c) sand and (d) organic carbon (C) and (e) erodible fraction (FE) of the A horizon, in each site (1, 2, 3, 4, 5 y 6) and transect. Similar capital letters indicate non-significant differences between transects; similar lower case letters indicate non-significant differences between sites ( $p>0.05$ ).

La fracción textural predominante en el A de todos los sitios estudiados fue el limo. Esto se debería a su alta concentración en los sedimentos eólicos acumulados, ya que se trata de la fracción granulométrica más fácilmente transportable por el viento (Aimar et al., 2012). Resultados similares fueron encontrados por



Avecilla et al. (2023), quienes estudiaron la depositación actual de sedimentos eólicos en un bosque de caldén de la RSA, encontrando que los limos representan aproximadamente un 40% y la arena muy fina un 20% de su granulometría. Las arcillas se encuentran en menor proporción como partículas sueltas o formando micro agregados de tamaño limo. La composición granulométrica, en general, se diferenció principalmente entre los sitios extremos 1 y 6, mientras que no existieron diferencias significativas entre los sitios 3, 4 y 5 (Fig. 4). El sitio 1 presentó la más alta concentración de arena (52%) (Fig. 4 c) y las más bajas de limo (Fig. 4 b) (36%) y de arcilla (12%) (Fig. 4 a), mientras que el sitio 6 presentó la más alta concentración de limo (57%) (Fig. 4 b) y la más baja de arcilla (17%) (Fig. 4 a). Teniendo en cuenta la dirección principal de los vientos, de SO a NE (Panebianco y Buschiazzo, 2008), la presencia de texturas más finas hacia el E podría explicarse por el transporte eólico de sedimentos de tamaño limo a las más largas distancias (Buschiazzo y Aimar, 2012).

La concentración de C orgánico del A, en general, tendió a aumentar hacia el E (Fig. 4 d). El A presentó en el sitio 5 la concentración más alta de C orgánico (6,6%), mientras que los valores más bajos se registraron en los sitios 2 y 4 (2,4%) aunque no existieron diferencias significativas entre estos dos y las concentraciones de los sitios 1 (2,9%), 3 (3,3%) y 6 (4,4%). Las mayores concentraciones de C orgánico hacia el E coinciden con el mayor espesor del A, la mayor concentración de limo y las mayores precipitaciones medias anuales en ese mismo sentido. La presencia de texturas más finas conferiría al suelo una mayor capacidad de almacenamiento de agua, lo que favorecería la acumulación de materia orgánica (Munn et al., 1978). Esto explicaría el color más oscuro y el mejor desarrollo de la estructura hacia el E.

La FE fue utilizada como un índice de la agregación de los horizontes A, i.e., porcentaje de agregados de tamaño menor a 0,84 mm. La FE fue la más alta en el sitio 2 (37%) (Fig. 4 e), y menor (19% en promedio) y similar en el resto de los sitios. Los valores de FE tendieron a ser menores en los sitios donde los sedimentos fueron más potentes y donde el suelo presentó mayores proporciones de arcilla y materia orgánica, posiblemente producto de una mayor capacidad de retención de agua y mayores aportes de biomasa vegetal (Buschiazzo y Taylor, 1993; Aimar et al., 2012). Estos resultados son similares a los hallados por Berger et al. (2023), quienes, en un estudio desarrollado en una transecta dentro de un bosque de Caldén (sitio 5 de este trabajo), comprobaron que la FE del A aumentaba hacia el interior del bosque, conforme disminuían las concentraciones de las fracciones granulométricas más finas, arcilla y limo, y el C orgánico total, posiblemente aportados por sedimentación.

## CONCLUSIÓN

Los resultados indican que el grado de evolución del suelo desarrollado por encima de una capa de ceniza volcánica depositada en 1932, presentó una tendencia a incrementar de O a E, con una tasa máxima potencial de formación de suelo de 0,12 cm año<sup>-1</sup> en el extremo E. La mayor tasa de depositación de sedimento eólico, el mayor espesor, las más altas precipitaciones medias anuales, los mayores contenidos de fracciones texturales finas (principalmente limo) y de C orgánico hacia el E, estarían determinando una mayor capacidad de retención de agua y de humificación lo que redundaría en colores más oscuros y mejor estructura, lo que es indicador de un mayor grado de evolución del suelo en dicho sentido.

Estos resultados son de interés para valorizar el rol de los relictos de bosque de Caldén, inmersos en un área de erosión eólica activa como lo es el área productiva de la RSA, como mitigadores de los efectos del transporte de sedimento eólico. También, para cuantificar tasas potenciales de formación de suelo y estimar valores permisibles de erosión, por ejemplo.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a F. Gaspera, L. Carletto, F. Brun, M. y L. Pundang, H. Capello, E. Mass, C. Álvarez, G. Sánchez y J. Isasti por la información brindada y facilitarnos el acceso a los sitios de estudio. También a los revisores de este trabajo, quienes a través de sus sugerencias, posibilitaron su mejora.

## REFERENCIAS

- Aimar, S. B., Méndez, M., Funk, R. y Buschiazzo, 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>
- Avecilla, F., Panebianco, J. E., Iturri, L. A., De Oro, L. A., Comas, R. N. y Buschiazzo, D. E. (2023). Dust deposition in agricultural landscapes: Temporal and spatial dynamics along a transect into a natural forest patch. *Aeolian Research*, 63-65, 100887. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2023.100887>

- Belmonte, M. L., Casagrande, G. A., Deanna, M. E., Olguín Páez, E., Farrell, A. y Babinec, F. J. (2016). Estadísticas Agroclimáticas de la EEA Anguil Ing. Agr. Guillermo Covas. Ediciones INTA, Anguil. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/15625>
- Berger, M. G., Iturri, L. A. y Buschiazzo, D. E. (2023). Evolución del suelo en sedimentos eólicos de depositación reciente en el semiárido. Efecto de espesores variables. *Ciencia del Suelo*, 41(1). <https://ojs.suelos.org.ar/index.php/cds/article/view/769>
- Buschiazzo, D. E. y Aimar, S. B. (2012). Erosión eólica: Procesos y Predicción. En Golberg, A. D. y Kin, A. G. (Eds) (pp. 21-32). *Viento, Suelo y Plantas*. Ediciones INTA.
- Buschiazzo, D. E. y Taylor, V. (1993). Efectos de la erosión eólica sobre algunas propiedades de suelos de la región Semiárida Pampeana Central. *Ciencia del Suelo* 10, 46-53. [https://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol\\_10y11n1y2/Buschiazzo.pdf](https://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_10y11n1y2/Buschiazzo.pdf)
- Buschiazzo, D. E., Estelrich, H. D., Aimar, S. B., Viglizzo, E. y Babinec, F. J. (2004). Soil texture and tree coverage influence on organic matter. *Journal of Range Management*, 57, 511-516. [http://dx.doi.org/10.2111/1551-5028\(2004\)057\[0511:STATCI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.2111/1551-5028(2004)057[0511:STATCI]2.0.CO;2)
- Buschiazzo D. E., Roberto Z. E., Colazo J. C. y Panebianco J. E. (2015). Provincia de La Pampa. En: Casas R. y G. Albarracín (Eds.). *El deterioro del suelo y del ambiente en Argentina*. FECIC.
- Camilión, C. M., Zárate, M. A. y Iasi, R. R. (1990). Granitoides, depósitos coluviales y desarrollo de suelos complejos en el Cerro El Sombro, partido de Lobería, Buenos Aires. *Ciencia del Suelo*, 8: 211-221.
- Chepil, W. S. (1962). A compact rotary sieve and the importance of dry sieving in physical analysis. *Soil Science Society of America Proceedings*, 26, 4-6. <https://doi.org/10.2136/sssaj1962.03615995002600010002x>.
- Ciccolella, P., Caso, M. V., Gurevich, R. y Montenegro, I. (1998). *El libro Geografía: Territorios y ambientes en la Argentina contemporánea*. 3ª ed., Aique, Buenos Aires.
- Colazo, J. C. y Buschiazzo, 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>.
- Conen, F. y Leifeld, J. (2014). A new facet of soil organic matter. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 185: 186-187. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.024>
- Cosentino, N. J., Gaiero, D. M., Torre, G., Pasquini, A. I., Coppo, R., Arce, J. M. y Vélez, G. (2020). Atmospheric dust dynamics in southern South America: A 14-year modern dust record in the loessic Pampean region. *The Holocene*, 30(4), 575-588. <https://doi.org/10.1177/0959683619875198>
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., González L., Tablada M. y Robledo C. W. (2017). Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Etchevehere, P. H. (1976). *Normas de reconocimiento de suelos*. Departamento de Suelos, INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Hepper, E. N., Larroulet, M. S., Belmonte, V. y Urioste A. M. (2013). Propiedades edáficas de un suelo del caldenal pampeano en parches con diferente vegetación. *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 2(23).
- INTA, Gobierno de la Provincia de La Pampa y UNLPam. (1980). *Inventario Integrado de los recursos naturales de la Provincia de la Pampa*. Ediciones INTA.
- Iturri, L. A., AVECILLA, F., Hevia, G. G. y Buschiazzo, D. E. (2016). Comparing adjacent cultivated- and "virgin" soils in wind erosion affected environments can lead to errors in measuring soil degradation. *Geoderma*, 264, 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.09.017>.
- Iturri, L. A., Funk, R., Leue, M., Sommer, M. y Buschiazzo, 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>.
- Iturri, L. A., Funk, R., Sommer, M. y Buschiazzo, D. E. (2020). Elemental composition of wind-blown sediments from contrasting textured soils. *Aeolian Research*, 48, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2020.100656>
- Larsson, W. (1937). Vulkanische Asche vom Ausbruch des chilenischen Vulkans Quizapú (1932) in Argentina gesammelt. Eine Studie über äolische Differentiation. *Bulletin Geological Institution of Upsala*, 26, 27-52.
- Morici, E. F. A., Muñio W., Ernst, R., Berrueta, M. A., Urioste A. y Hepper E. (2009). Respuesta del pastizal del Caldenal a una quema controlada. En Actas V Congreso Nacional, II Congreso del Mercosur y I Jornada Técnica de Productores Sobre Manejo de Pastizales Naturales. Corrientes, Argentina.132.
- Munn, L. C., Nielsen G. A. y Mueggler, W. F. (1978). Relationships of soils to mountain and foothill range habitat rypes and foothill range habitat production types and production in western Montana. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 135-139. <https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200010030x>
- Norma IRAM-SAGPyA 29571-3:2011-(2017). Calidad ambiental – calidad del suelo. Determinación de materia orgánica en suelos. Parte 3 - Determinación de carbono orgánico oxidable por mezcla oxidante, escala micro.
- Panebianco, J. E. y Buschiazzo, D. E. (2008). Wind erosion predictions with the Wind Erosion Equation (WEQ) using different climatic factors. *Land Degradation and Development* 19, 36-44. <https://doi.org/10.1002/ldr.813>
- Sayago, J. M., Collantes, M. M., Karlson, A. y Sanabria, J. (2001). Genesis and distribution of the late Pleistocene and Holocene loess of Argentina: a regional approximation. *Quaternary International* 76, 247-257. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(00\)00107-5](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(00)00107-5)

Schaetzl, R. J., Bettis III, E. A., Crouvi, O., Fitzsimmons, K. E., Grimley, D. A., Hambach, U.,

Lehmkuhl, F., Marković, S. B., Mason, J. A., Owczarek, P., Roberts, H. M., Rousseau, D.-D., Stevens, T., Vandenberghe, J., Zárate, M., Veres, D., Yang, S. L., Zech, M., Conroy, J. L., Dave, A. K., Faust, D., Hao, Q. Z., Obrecht, I., Prud'homme, C., Smalley, I., Tripaldi, A., Zeeden C. y Zech, R. (2018). Approaches and challenges to the study of loess—Introduction to the LoessFest special issue. *Quaternary Research* 89, 563–618. <https://doi.org/10.1017/qua.2018.15>

Shao, Y., Lu, H. (2000). A simple expression for wind erosion threshold friction velocity. *Journal of Geophysical Research* 105 (D17), 22437–22443. <http://dx.doi.org/10.1029/2000JD900304>

Steinke, I.; Funk, R.; Busse, J.; Iturri, L. A.; Kirchen, S.; Leue, M.; Möhler, O.; Schwartz, T.; Schnaiter, M.; Sierau, B.; Toprak, E.; Ullrich, R.; Ulrich, A.; Hoose, C. y Leisner, T. (2016). Ice nucleation activity of agricultural soil dust aerosols from Mongolia, Argentina and Germany. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*.121: 1-18. <https://doi.org/10.1002/2016JD025160>

Tarabini, M.; Gomez, F. y La Manna, L. (2019). Ceniza volcánica reciente como indicadora de retención de partículas en los suelos de la patagonia andina. *Ciencia del Suelo*, 37(1), 101-112. <https://www.ojs.suelos.org.ar/index.php/cds/article/view/458>

Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392. <https://doi.org/10.1086/622910>.

Zárate, M. A. (2007). Loess records | South America. En Elias, S.A. (Ed.) (pp. 1466–1479), *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier.

Zárate, M. A. y Tripaldi, A. (2012). The aeolian system of central Argentina. *Aeolian Research*, 3, 401-417. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2011.08.002>

Zárate, M. A. y Mehl, A. E. (2020). Materiales parentales de los suelos de la Llanura Pampeana: El aporte volcánico andino. En Imbellone, P y Barbosa, O. A. (Eds.) *Suelos y Vulcanismo: Argentina* (pp. 71-87). Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.