

EFECTO DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE SUELOS DEL PIEDEMONTTE ORIENTAL DE LA SIERRA CHICA, CÓRDOBA, ARGENTINA

Sacchi, G.A.¹

¹Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016GCA, Córdoba, Argentina.
Contacto: gsacchi@efn.uncor.edu

Palabras Claves: Molisol, Erosión hídrica, Carbono orgánico, Fósforo asimilable

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar el grado de afectación de propiedades químicas y físicas de suelos desarrollados a partir de materiales parentales con diferentes granulometrías, por procesos de degradación. Los suelos seleccionados son representativos de un sector del Piedemonte Oriental de la Sierra Chica de Córdoba, Argentina (31° 00´-30° 50´LS; 64° 06´-64° 26´), donde los procesos de erosión hídrica representan el tipo de degradación más importante. Los suelos se clasificaron taxonómicamente como Argiustol údico, limosa fina, térmica y Haplustol údico, franca fina, térmica. Se analizaron los cambios ocurridos entre horizontes superficiales de suelos que han modificado su uso desde un ecosistema natural (suelo prístino) a un agro-ecosistema (suelo cultivado). Estos últimos se encontraron en fase por erosión hídrica moderada. Las propiedades edáficas analizadas fueron fracción granulométrica, carbono orgánico (CO), pH 1:2,5, capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes de intercambio (Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺), nitrógeno total (Nt) y fósforo asimilable (P). Los suelos presentaron un comportamiento diferenciado ante los procesos de degradación, en el Argiustol las variables más sensibles fueron CO, K⁺, Nt y P, mientras que en el Haplustol resultaron CIC, K⁺ y P.

Abstract

The aim of this study was to analyze the degree of chemical and physical alteration through degradation processes of soils developed on parent materials having different particle sizes. The selected soils are representative of Sierra Chica piedmont's, Córdoba, Argentina, where hydric erosion represents the more important degradation process. The study was carried out on Udic Argiustol, fine silty, thermic and Udic Haplustol, fine loamy, thermic soil types. Change use of land effect from a natural ecosystem to an agro-ecosystem on surface soils was analyzed. Grain-size fraction, organic carbon (OC), pH 1:2.5, cation exchange capacity (CEC), exchangeable cations (Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺), total nitrogen (Nt) and available phosphorus (P) were determined. The soils show different behavior under degradation processes. For the Argiustol type, the most sensitive variables were CO, K⁺, Nt and P, while in the Haplustol type the most susceptible variable were CIC, K⁺ and P.

Introducción

En el presente siglo la degradación del recurso suelo constituye uno de los problemas ambientales que afecta a la humanidad impactando en su capacidad productiva y en la calidad ambiental (Toledo *et al.*, 2013). La erosión hídrica representa uno de los procesos de degradación más importante que afecta a los perfiles de suelos. El grado de impacto de dicho proceso depende de las propiedades morfológicas, físicas y químicas que condicionan

la susceptibilidad natural del sistema suelo frente a fuerzas externas degradantes, las que provocan tanto la pérdida de nutrientes como de un volumen de material del horizonte superficial. Estas propiedades inherentes de los suelos están condicionadas por el tipo de material parental a partir del cual se han formado sin embargo las actividades antrópicas de uso de la tierra tienden a modificarlas, condicionando la resistencia natural de los suelos a la actuación de procesos de degradación. Numerosos estudios en todo el mundo han confirmado que una gran parte de la superficie terrestre ha sido cambiada de ecosistemas naturales a ecosistemas dominados por el hombre, principalmente al pastoreo y agro-ecosistemas (Campitelli *et al.*, 2010; Paz-Kagan *et al.*, 2014). En el presente trabajo se analizaron los cambios ocurridos entre horizontes superficiales de suelos que han modificado su uso desde un ecosistema natural (suelo prístino) a un agro-ecosistema (suelo cultivado), estableciendo una comparación entre suelos formados a partir de diferentes materiales parentales.

Materiales y Métodos

Se tomaron muestras compuestas de dos suelos, con diferente granulometría del material parental (limosa fina y franca fina) y uso antrópico (cultivado y prístino), ubicados en ambientes geomorfológicos correspondientes al Piedemonte Oriental de la Sierra Chica de Córdoba. Geográficamente están situados entre las coordenadas 31° 00' - 30° 50' S; 64° 06' - 64° 26' O (Fig. 1). Los suelos fueron clasificados taxonómicamente de acuerdo al sistema americano Soil Taxonomy (USDA, 2014), como Argiustol údico, limosa fina, térmica ubicado en el Valle Aterrazado con cubierta loessoide y Haplustol údico, franca fina, térmica ubicado en el ambiente de Derrames del río Ascochinga. Ambas unidades de paisaje con un relieve subnormal.

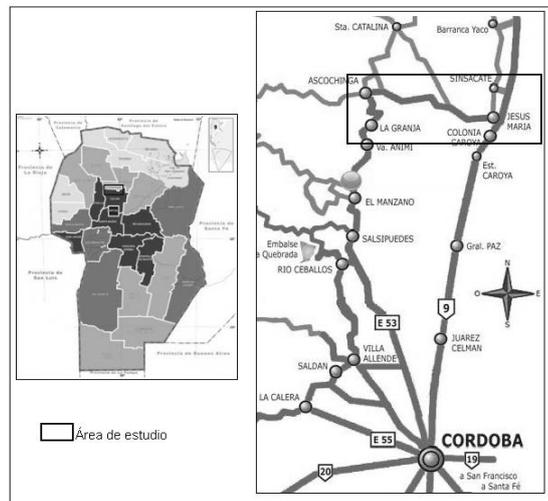


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Para cada situación de estudio, se delimitaron dos parcelas, una para cada uso de suelo, cultivado (SC) y prístino (SP). En los SP, el muestreo se restringió a transectas de 50 m de largo, delimitadas en las cercanías de los alambrados de los campos, debido a la escasa representación areal de la vegetación nativa (monte) en este ambiente del piedemonte. Estos suelos prístinos no se encontraron a lo largo de su historia bajo uso agrícola o ganadero, las especies más comunes son *Celtis tala* (tala), *Lithraea ternifolia* (molle), *Condalia microphylla* (piquillín) y *Acacia caven* (aromito), entre otras. En los SC, se definieron parcelas rectangulares de 14x50 m, atravesadas por dos transectas definidas de manera diagonal a la pendiente general del sitio de estudio. La orientación de las mismas fue para minimizar los efectos de la erosión hídrica característica del área. El uso de la tierra

es predominantemente agrícola, con rotación de cultivos maíz-soja que se realiza desde el ciclo 1996-1997 y que se mantiene hasta la actualidad. Se maneja el suelo con labranza cero, control de malezas con herbicidas y barbecho químico después de la cosecha. (Sacchi, 2001). En cada transecta se obtuvieron 25 submuestras con el fin de formar una muestra compuesta. La extracción de cada submuestra fue realizada cada 2 metros eliminando de esta manera un posible comportamiento sectorizado de las variables edáficas. La profundidad de muestreo en el horizonte superficial fue entre 3 y 12 cm.

En las muestras de suelos se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: tamaño de partícula, arcilla (< 2µ), limo total (2-50µ), arena total (50-2000µ) (Carver, 1971), CO (Walkley & Black, 1934), pH 1:2,5, CIC por extracción con solución de acetato de amonio, cationes intercambiables, Ca⁺² - Mg⁺² por quelatometría y K⁺ - Na⁺ por fometría de llama, Nt por el método de Kjeldahl (Bremmer & Mulvaney, 1982) y P por el método de Bray-Kurtz N°1 (Bray & Kurtz, 1945). Todas las determinaciones fueron realizadas por duplicado. Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente estableciendo una comparación entre las distintas poblaciones utilizando el test ANOVA a un nivel de significación del 5%. Para determinar que valores de las medias poblacionales fueron significativamente diferentes entre sí se realizó una comparación múltiple entre las mismas, determinando la mínima diferencia significativa -test LSD- (p<0,05).

Resultados

En la Tabla 1 se presentan los valores medios de las variables analizadas, discriminadas por unidad taxonómica de suelo, material parental, y uso del suelo.

<i>Tipo de suelo</i>	Argiustol údico, limosa fina		Haplustol údico, franca fina	
<i>Material parental</i>	loessoide		aluvial	
<i>Uso del suelo</i>	prístino	cultivado	prístino	cultivado
<i>Espesor horizonte superficial (cm)</i>	33,1 ^a	18,2 ^b	36,4 ^a	15,5 ^b
<i>Variables edáficas</i>				
Arcilla (%)	27,8	23,6	11,0	15,3
Limo total (%)	60,3 ^a	51,1 ^b	36,8	59,4
Arena total (%)	10,3 ^a	23,5 ^b	51,1	25,1
CO (%)	2,35 ^a	1,54 ^b	1,89	1,69
pH 1:2,5	7,1 ^a	6,6 ^b	7,1	6,7
CIC (cmol _c kg ⁻¹)	35,35 ^a	27,33 ^b	24,6	30,75
Ca ⁺² (cmol _c kg ⁻¹)	7,43 ^a	6,16 ^b	7,60	9,10
Mg ⁺² (cmol _c kg ⁻¹)	3,72 ^a	2,41 ^b	2,00	2,53
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,11 ^a	0,08 ^b	0,05	0,07
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	3,07 ^a	1,63 ^b	1,35	1,89
Nt (%)	0,224 ^a	0,149 ^b	0,174	0,202
P (ppm)	87,2 ^a	8,1 ^b	48,9	31,4

Tabla 1: valores medios de las variables edáficas analizadas, letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (p<0,05).

En el Argiustol limosa fina, los suelos moderadamente erosionados han perdido ~ 45% del espesor de la capa arable, con respecto a los suelos de referencia (SP). En general la composición granulométrica se ha encontrado modificada en forma significativa, observándose en los suelos cultivados un incremento del ~13% en la arena total en detrimento de los porcentajes de limo y arcilla. Los valores de CO y CIC disminuyen en forma significativa en los suelos cultivados en relación al de referencia. En esta situación del uso del suelo se observa un incremento en el contenido de bases intercambiables,

relacionado con un mayor valor de pH. La variación de la CIC es producto de la variación en los porcentajes de CO ($r=0,89$ $p<0,05$) y arcilla ($r=0,73$ $p<0,05$), adquiriendo mayor relevancia en este horizonte superficial el CO, en función de la intensidad del proceso de melanización. La disminución de Nt y P en los suelos cultivados, mantiene una relación directa con los contenidos de CO. Los contenidos de P en los suelos cultivados son muy similares a los presentados por el material parental (8,5 ppm). Todas las variables analizadas presentaron un comportamiento homogéneo, disminuyendo sus valores con respecto al correspondiente horizonte del sistema de referencia. Siendo las variables CO, K⁺, Nt y P las que sufrieron una mayor modificación. Este comportamiento permite inferir una disminución en la calidad de las propiedades del suelo, indicando para el Argiustol con material parental loessoide procesos de degradación física y química.

En el Haplustol franca fina, los suelos moderadamente erosionados han perdido ~ 57% del espesor del horizonte superficial con respecto a los suelos de referencia sin cultivar. En los suelos cultivados se observó un incremento en los porcentajes de las fracciones con una granulometría menor a 50 μ (arcilla y limo) en detrimento de la arena. Los porcentajes de CO y valores de pH disminuyeron en los suelos cultivados en relación al prístino, mientras que en la CIC se observa un incremento. Esta variación de la CIC se encontró relacionada con las variables CO y limo, en la Tabla 2 se expresa la ecuación de regresión entre las mismas. La suma de bases mostró un comportamiento similar a la CIC. El contenido de Nt se incrementa en el uso de suelos cultivados, mientras que el P disminuye. Estos contenidos se encuentran relacionados con los porcentajes de CO, debido a que el mismo proporciona dichos nutrientes al suelo. El comportamiento de las variables analizadas permite diferenciar dos grupos, por un lado los porcentajes de arena, CO, pH y P que disminuyen con respecto al suelo de referencia, y por otro los contenidos de arcilla, limo, CIC, suma de bases y Nt que aumentaron sus valores. Las variables edáficas intensamente modificadas fueron CIC, K⁺ y P. Las variables edáficas analizadas presentaron un comportamiento heterogéneo, no implicando en la mayoría de los casos una disminución en la calidad de las mismas, debido al uso antrópico del suelo y los procesos de erosión hídrica asociados.

Variables independientes	Ecuación de regresión
CO-Limo	$CIC = -8,23 + 14,09 CO + 0,26 Limos$ ($r^2 = 0,83$; $\sigma = 3,13$)

Tabla 2: Relación entre las variables CIC, CO y limo.

Conclusiones

Los suelos desarrollados a partir de materiales parentales loessoides y aluviales, presentaron un comportamiento diferente ante una alteración en su equilibrio natural. En los suelos loessoides (Argiustol) la modificación de las variables con respecto a su sistema de referencia implicó una disminución en la calidad de las propiedades físicas y químicas, situación que no se verificó para la mayoría de las variables de los suelos aluviales (Haplustol). Este comportamiento de los suelos desarrollados sobre diferentes materiales parentales se encontró condicionado por la modificación diferencial de la composición granulométrica, frente a similares procesos de degradación y en similares condiciones ambientales. La intensificación en el uso del recurso generó en ambos suelos una disminución en los contenidos de CO y P, propiedades que pueden ser consideradas como indicadores de calidad para las situaciones ambientales estudiadas.

Referencias

Bray, B. & Kurtz, L., 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorous in soils. *Soil Science*, 59, pp.39-45.

Bremner, J. & Mulvaney, C., 1982. Nitrogen total. En: Page A et al. (Eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*: American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin. pp.595-624.

Campitelli, P., Aoki, A., Gudelj, O., Rubenacker, A. & Sereno, R., 2010. Selección de indicadores de calidad de suelos para determinar los efectos del uso y prácticas agrícolas en un área piloto de la región central de Córdoba. *Ciencia del Suelo*, 28(2), pp.223-231.

Carver, A., 1971. *Procedures in sedimentary petrology*. University of Georgia. Athens. Willey Interscience. Georgia. pp.653.

Paz-Kagan, T., Shachak, M., Zaady, E. & Karnieli, A., 2014. Evaluation of ecosystem responses to land-use change using soil quality and primary productivity in a semi-arid area, Israel. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 193, pp.9-24.

Sacchi, G.A., 2001. Dinámica de erosión hídrica y de degradación física y química de suelos en las cuencas de los ríos Santa Catalina y Ascochinga. Córdoba. Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba (inédita), Córdoba. pp.260.

Toledo, D., Galantini, J., Ferreccio, E., Arzuaga, S., Gimenez, L. & Vázquez, S., 2013. Indicadores e índices de calidad en suelos rojos bajo sistemas naturales y cultivados. *Ciencia del Suelo*, 31(2), pp.201-212.

USDA, Soil Survey Staff, 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC., pp.360.

Walkley, A. & Black, I., 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37, pp.29-38.