



C5P14. APLICACIÓN DEL ENFOQUE GEOPEDOLÓGICO PARA EL RELEVAMIENTO SEMIDETALLADO DE SUELOS EN EL NORESTE DE SANTIAGO DEL ESTERO

Vizgarra, Lidia A.¹; Moretti, Lucas M.²; Rodríguez, Darío M.³; Schulz, Guillermo A.³; TentiVuegen, Leonardo³; Mas, Laura I.¹ y Avalos, Andrea M.¹

- 1- INTA EEA Quimilí. Ruta Provincial N° 6 Km 14 (3740) Quimilí, Santiago del Estero vizgarra.lidia@inta.gob.ar
- 2- INTA EEA Cerro Azul. Ruta Nacional 14 Km 836 (3313) Cerro Azul, Misiones
- 3- INTA-CIRN. Instituto de Suelos. N. Repetto y Los Reseros s/n, Hurlingham (1686) Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

El abordaje geopedológico alude a la relación entre geomorfología y pedología, ya que las formas del terreno determinan la formación y distribución de los suelos en el paisaje. Introduce un sistema categórico para la clasificación de geoformas a distintas escalas de análisis, brindando información del contexto geológico-geomorfológico en el que se desarrollan los suelos. El objetivo de esta contribución consiste en la aplicación de este enfoque para un sector del extremo noroeste de la cuenca de los Bajos Submeridionales, provincia de Santiago del Estero, a fin de apoyar el relevamiento semidetallado en la región. A tal efecto se realizó la recopilación y análisis de antecedentes para la clasificación de las geoformas de las categorías superiores del sistema. Para la categoría más baja o “Forma del terreno”, se delimitó una subcuenca en la que se reconocieron unidades geomorfológicas a escala 1:50.000, en base al modelo de elevación digital (30 m), fotografías aéreas e imágenes satelitales LANDSAT. En cada unidad se caracterizó el paisaje, se identificaron los suelos y se seleccionaron perfiles representativos, los cuales fueron descriptos y muestreados para los análisis físicos y químicos de laboratorio. Los suelos se clasificaron a nivel de Subgrupo según el sistema "SoilTaxonomy". En total se reconocieron cuatro unidades geomorfológicas (geotaxas) caracterizadas por diferentes tipos de suelo (pedotaxas): 1) “planicie suavemente ondulada”, con predominio de Haplustolesénticos y típicos; 2) “pendientes” suaves, donde se desarrollan Argiustoles típicos y Haplustalfes incipientes; 3) “planos bajos”, donde se describieron Haplusteresúdicos y típicos y Calciusteres petrocálcicos; y 4) “vías de drenaje” con el desarrollo de Endoacuerres típicos. El modelo de relación paisaje-suelo aquí establecido, servirá de base conceptual para el relevamiento y la elaboración de las Cartas de suelo semidetalladas para este sector del noreste de Santiago del Estero.

Palabras claves: Geomorfología, Cartografía, Bajos Submeridionales

INTRODUCCIÓN

El abordaje geopedológico (Zinck, 1988; 2012) se refiere a las relaciones conceptuales entre geomorfología y pedología, debido a que las formas del terreno controlan la formación y distribución de los suelos y, en retorno, el desarrollo de los suelos tiene influencia en la evolución del paisaje geomorfológico. A diferencia de un mapa convencional de suelo, las unidades de un mapa geopedológico contienen información sobre el contexto geomorfológico a distintas escalas de análisis, y son equivalentes aproximados al concepto de paisaje-suelo o *soilscape* (Buolet *et al.*, 1989). En este sentido, el enfoque introduce un sistema de clasificación taxonómico de geoformas de tipo jerárquico para ser utilizada a diversos niveles categóricos, de acuerdo al grado de detalle del inventario y de la escala de la cartografía de suelo a obtener. Por otra parte, si bien este abordaje fue propuesto a fines de la década del 80, en nuestro país cobró relevancia en los últimos años, hecho que puede constatarse a partir de los numerosos trabajos recientemente publicados en la obra “Geopedology” (Zinck *et al.*, 2016). Uno de los motivos radica en la necesidad de un mejor entendimiento de la génesis del paisaje-suelo para apoyar el relevamiento a escala semidetallada o detallada, principalmente en aquellas áreas en donde la información cartográfica disponible (mapas geológicos, geomorfológicos, de suelos, etc.) y el conocimiento de la geología del Cuaternario, es todavía insuficiente.

El objetivo del presente trabajo consiste en la aplicación del enfoque geopedológico en un área ubicada en el NE de Santiago del Estero, a fin de establecer la relación paisaje-suelo como marco conceptual para el relevamiento semidetallado. En este sector de la provincia fue donde se concentró la mayor superficie de modificación de la cobertura vegetal natural durante la última década provocando intensos procesos de degradación, surgiendo la necesidad de la aumentar la escala de los mapas de suelo para la toma de decisiones referidas al uso y manejo del recurso



MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área en estudio

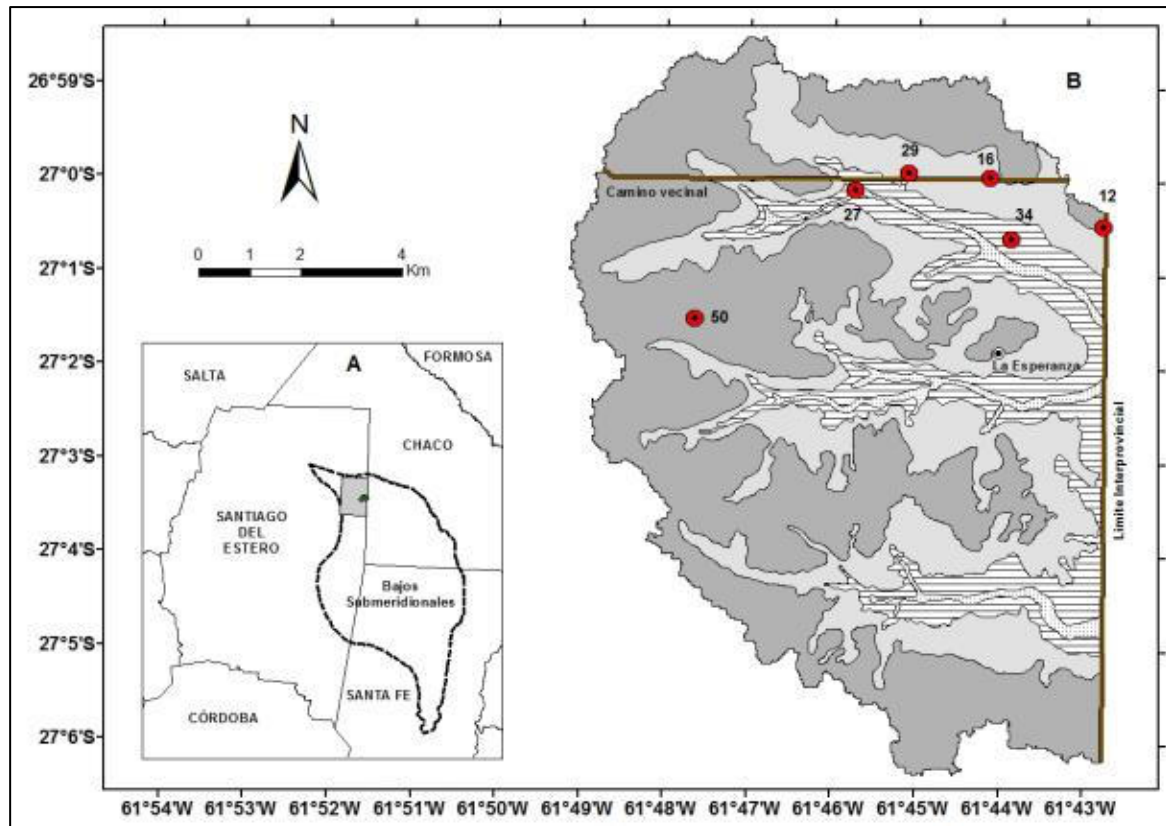
El área en estudio comprende un sector del extremo noroeste de la cuenca de los Bajos Submeridionales, en la provincia de Santiago del Estero, con una superficie de 11.000 ha (Fig. 1A). En su totalidad, la cuenca comprende el norte la provincia de Santa Fe, sur de Chaco y este de Santiago del Estero, abarcando en esta última, una superficie aproximada de 13.500 km². Es un extenso sistema hidrológico en la ecorregión “Bosques y Arbustales” del Chaco Semiárido (Daniele&Natenzon, 1994), con alternancias de períodos de sequías e inundaciones y una gran irregularidad en las precipitaciones mensuales (Girautet *al.*, 2001). Desde el punto de vista geológico comprende una gran cuenca sedimentaria, llamada Chacoparanaense (Ramos, 1999), la cual tiene una historia compleja relacionada con distintos procesos de subsidencia extensional. Durante el Cenozoico la sedimentación en la cuenca estuvo controlada por sistemas fluviales y aluviales efímeros, que luego fueron modificados por la acción eólica. Geomorfológicamente, este sector de la llanura chaqueña pertenece a la región del “Chaco Oriental”, en el área distal del mega-abanico aluvial del río Salado (Iriondo, 1993). Consiste en una llanura poligénica sujeta a modelado fluvio-eólico y presenta un relieve de muy escasa pendiente, siendo la dirección predominante del flujo de NO a SE. En lo que respecta a la cartografía de suelos, se cuenta con información a escala de reconocimiento (Vargas Gil, 1990), donde se indica el dominio de Argiudolesúcuicos y Argiustolesúdicos, ambos con drenaje deficiente y erosión hídrica como principales limitantes. En relación con ello, el incremento de la agricultura en secano ocurrido durante la última década en el noreste de la provincia, ha acelerado los procesos de degradación de los suelos, hecho que se manifiesta con la presencia de cárcavas en el área aquí estudiada.

Metodología

En primera instancia se realizó la recopilación y análisis de antecedentes para la clasificación de las geoformas de las cinco categorías superiores, según el sistema taxonómico propuesto por Zinck (1988). Para la definición de la categoría inferior o “Forma del terreno” se delimitó una subcuenca (a la que llamamos “La Esperanza”) en la que se reconocieron las unidades geomorfológicas a escala 1:50.000, mediante la utilización del modelo de elevación digital (SRTM) de 30 m de resolución y con el apoyo de fotografías aéreas, imágenes satelitales LANDSAT 5 TM (1986 y 2000), LANDSAT 8 OLI (2015), SPOT 7 MS y P (2014-10-21). En base a esta información, se definieron las unidades de mapeo preliminares y la leyenda jerárquica de las geoformas para el estudio de la relación paisaje-suelo (Figura 1B). La densidad de la red de muestreo se estableció de acuerdo a la escala relevamiento (Rossiter& Vargas Rojas, 2004) y en total se realizaron 91 observaciones y 10 calicatas. En cada sitio se caracterizó el paisaje y se describió la morfología del perfil de suelo en base a las normas propuestas por Schoeneberger *et al.* (2012). De cada unidad geomorfológica reconocida se seleccionaron perfiles representativos y se extrajeron muestras de cada horizonte para los análisis físicos y químicos, de los cuales se presentan aquí: textura por el método de la pipeta de Robinson y materia orgánica por Walkey Black (Tabla 1). En base a los resultados obtenidos se clasificaron los perfiles seleccionados a nivel de Subgrupo, según el sistema "SoilTaxonomy" (SoilSurveyStaff, 2014), nivel taxonómico que provee información suficiente para el objetivo aquí planteado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los antecedentes geológicos y geomorfológicos para la subcuenca La Esperanza permitió clasificar las geoformas hasta el nivel de “Litología/facies”, según se analiza en la descripción del área en estudio y se presenta en la correspondiente leyenda del mapa geopedológico (Figura 1B).



Geoes- tructura	Ambiente morfog.	Paisaje geomorf	Relieve	Litología /facies	Forma del terreno	Leyenda	Suelos
Cuenca Chaco-paranaense	Depositional	Llanura Chaqueña (Chaco oriental)	Cuenca de los Bajos Submeridionales	Aluvial y eólico	Planicie suavemente ondulada		Haplustolesénticos
						Haplustoles típicos	
					Pendiente suave		Haplustertes típicos
							Haplustalfesincépticos
							Argiustoles típicos
							Calciustertespetrocálcicos
					Plano bajo		Haplustertesúdicos
							Haplustertes típicos
					Vía de drenaje		Calciustertespetrocálcicos
							Haplustertesúdicos
Endoacuertes típicos							

Figura 1: A. Mapa de localización del área en estudio y B. Mapa y leyenda geopedológica de la Subcuenca "La Esperanza", Santiago del Estero.



Respecto al nivel más bajo del sistema, denominado “Forma del terreno”, se identificaron y delimitaron cuatro unidades geomorfológicas (geotaxas), cada una de ellas caracterizada por diferentes tipos de suelo (pedotaxas) (Figura 1B y Tabla 1): 1) “planicie suavemente ondulada”, situada en la posición más alta de la subcuenca, donde se reconocieron Haplustolesénticos (perfil 50) (Figura 2A) en las lomas, junto con Haplustoles típicos en las depresiones. Poseen epipedones arcillosos, bien provistos en materia orgánica, seguidos por una sucesión de horizontes con granulometrías muy variables, cuya génesis está vinculada con diferentes ciclos de erosión/depositación fluvial y eólica ocurridos en la cuenca (Morettiet *al.*, 2017). 2) “pendiente suave”, con suelos de mayor desarrollo pedogenético, representados por Argiustoles típicos (perfil 16) junto con Haplustalfesincépticos (perfil 12) (Figura 2B). Poseen texturas que varían de franco arcillo limosa en superficie a franco limosa en profundidad y están bien provistos en materia orgánica. Estos suelos han sufrido procesos de erosión hídrica favorecidos principalmente por la longitud de la pendiente y su escasa cobertura superficial, hecho corroborado por la presencia de cárcavas en el ámbito del área cartografiada. 3) “plano bajo”, donde se identificó la presencia de Vertisoles, orden taxonómico no documentado en la cartografía disponible tanto para Santiago del Estero, como para la vecina provincia del Chaco, donde tiene continuidad esta subcuenca. La unidad presenta una asociación de Haplusterterésúdicos, Haplusterteres típicos (perfil 34) y Calciusterterespetrocálcicos (perfil 29), caracterizados morfológicamente por presentar agregados cuneiformes, slickensides y grietas desde la superficie hasta los 50 cm de profundidad. En el último caso, la presencia de un horizonte petrocálcico podría limitar la exploración de las raíces y la infiltración del agua, actuando además como un nivel de base para los procesos de erosión hídrica ocurridos en la subcuenca. En este sentido, se ha observado con frecuencia el afloramiento de este horizonte cementado con carbonato de calcio en el piso de las cárcavas relevadas. 4) “vía de drenaje”, sector más bajo y acotado del paisaje, donde la fluctuación del nivel freático en los vertisoles determina el desarrollo de Endoacuertes típicos (perfil 27) (Figura 2C). Son suelos profundos, con textura arcillo limosa en casi todo el perfil y presencia de rasgos hidromórficos. En esta unidad, habrían prevalecido condiciones favorables para la pedogénesis, resultando en perfiles caracterizados por una sucesión de horizontes Bt que superan el metro de profundidad, posiblemente relacionado con más de un ciclo pedogenético.

Tabla 1: Datos físicos y químicos seleccionados de algunos perfiles representativos

Horiz.	Prof. (cm)	Estructura	Rasgopedológicos	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	M.O. (%)
Perfil 50 - Haplustoléntico (Lat. 27° 1' 28,25"S; Long. 61°47' 39,25"O)							
Ap	0-24	Bl.ang.m.f		5,5	56,2	38,3	3,69
2AC	24-45	Bl.ang.m.d		12,0	75,8	12,2	1,12
3C	45-66	Masivo		21,8	69,1	9,0	0,64
4Ck1	66-95	Masivo		41,6	51,7	6,7	0,43
5Ck2	95-150	Masivo		22,2	66,5	11,3	0,21
Perfil 16 - Argiustol típico (Lat. 26° 59' 56,75"S; Long. 61°44' 8,88"O)							
Ap	0-13	Bl.ang.g.f		4,8	54,3	40,9	2,78
Bt	13-26	Bl.ang.m.f	rev.cl.e.	3,8	57,0	39,3	2,31
BC	26-40	Bl.ang.m.mod		4,9	71,0	24,1	1,64
C	40-74	Masivo		4,8	82,0	13,2	1,28
Ck1	74-97	Masivo		15,3	75,6	9,1	0,88
Ck2	97-150+	Masivo		5,56	70,0	24,4	0,59
Perfil 12 - Haplustalfincéptico (Lat. 27° 0' 28,38"S; Long. 61°42' 47,56"O)							
Ap	0-10	Lam.g.mod		5,6	61,1	33,3	3,33
Bt1	10-28	Bl.ang.g.mod	rev.cl.c.	4,9	56,2	38,9	1,79
Bt2	28-40	Bl.ang.g.mod	rev.cl.e.	5,4	69,3	25,3	1,22
BCK	40-62	Bl.ang.m.mod		6,74	73,7	19,5	0,79
Ck1	62-108	Masivo		4,93	76,9	18,1	0,47
Ck2	108-150+	Masivo		2,47	87,0	10,6	0,36
Perfil 34 - Haplustertípico (Lat. 27° 0' 36,34"S; Long. 61°43' 54,06"O)							
Ap	0-18	Bl.ang.g.f		5,2	55,9	38,9	2,79
Btss1	18-41	Pr.g.mod	rev.cl.abund. / slck.c.	3,4	49,2	47,4	1,19
Btss2	41-59	Pr.g.mod	rev.cl.c. / slck.c.	5,6	51,43	42,98	0,6
BC	59-88	Bl.ang.g.mod		7,8	60,86	31,29	0,33
Ck	88-140+	Masivo		15,5	62,7	21,8	0,22

Tabla 1: Datos físicos y químicos seleccionados de algunos perfiles representativos (Continuación)

Horiz.	Prof. (cm)	Estructura	Rasgopedológicos	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	M.O. (%)
Perfil 29 - Calciustertpetrocálcico (Lat. 26° 59' 54,65"S; Long. 61°45' 7,34"O)							
A	0-12	Bl.ang.m.f		6,2	59,7	34,2	3,19
Btss1	12-25	Pr.g.mod.	rev.cl.abund./ slck.c.	5,9	53,2	40,9	2,43
Btss2	25-44	Pr.g.mod.	rev.cl.c. / slck.e.	4,8	57,1	38,1	1,47
BCk	44-78	Bl.ang.m.mod		3,6	61,9	34,5	0,71
Ck	78-99	Masivo		11,3	52,1	36,6	0,64
Ckm	99+						
Perfil 27 - Endoacuert típico (Lat. 27° 0' 5,50"S; Long. 61°45' 45,19"O)							
Ap	0-17	Bl.ang.m.f		8,2	60,3	31,5	2,67
Bt	17-42	Bl.ang.g.f	rev.cl.c.	7,9	51,3	40,8	1,47
Btss1	42-84	Pr.g.f	slck. abund.; mot.f.c.; conc. Fe e.	6,5	43,0	50,5	0,74
2Btss2	84-110	Pr.m.f	slck. abund.; mot.f.c.; conc. Fe e.	27,1	45,7	27,2	0,41
2Bt	110-128	Pr.g.f	rev.cl.; mot.m.c.; conc. Fe e.	24,8	50,4	24,8	0,34

Referencias: Estructura: Bl: Bloques; Pr: Prismas; Lam: Laminar; ang: angulares; m: medios; g: gruesos; d: débiles; mod: moderados; f: fuertes. Rasgos pedológicos: rev: revestimientos; cl: clay; slck: slickensides; mot: moteados; f: finos; m: medios; abund: abundantes; c: comunes; e: escasos; Conc: concreciones; Fe: hierro.

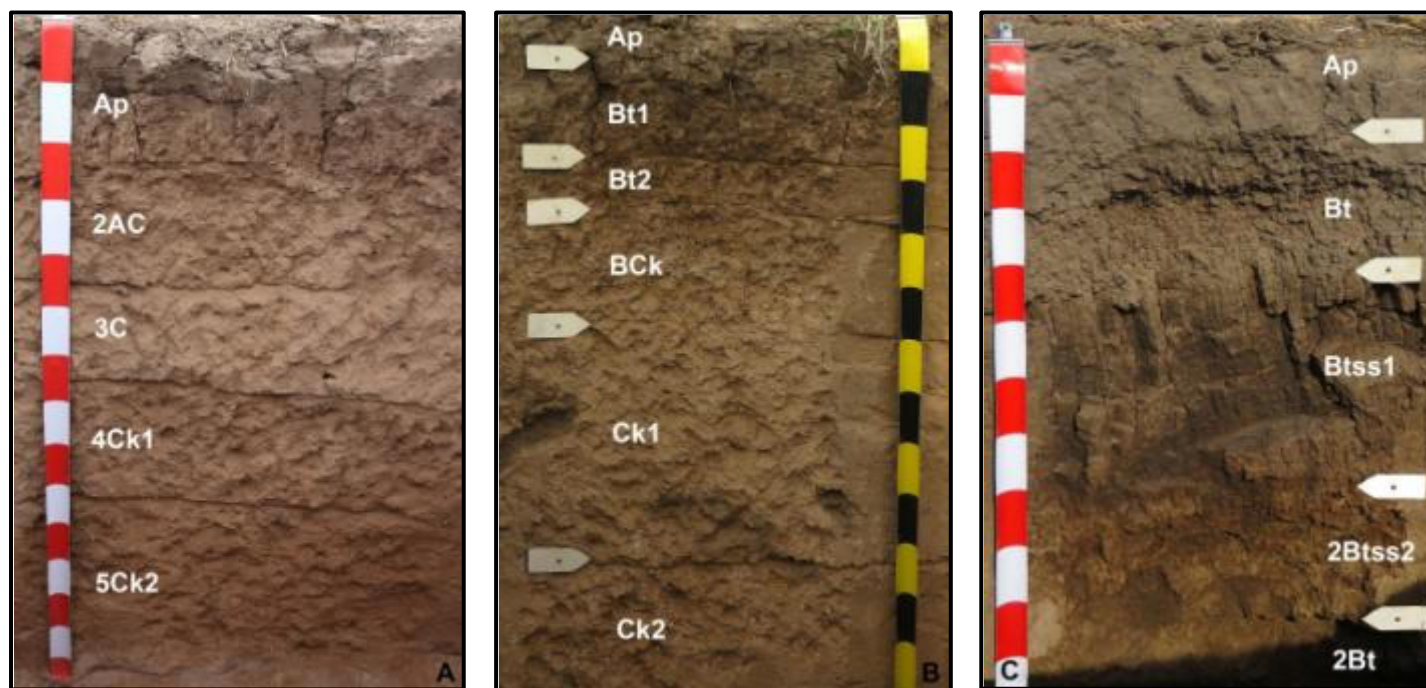


Figura 2: Perfiles de suelo representativos en una toposecuencia. A. Loma suavemente ondulada, Perfil 50 (Haplustoléntico). B. Pendiente suave, Perfil 12 (Haplustalfincéptico). C. Vía de drenaje, Perfil 27 (Endoacuert típico).

CONCLUSIONES

La aplicación del enfoque geopedológico en la subcuenca La Esperanza, permitió la diferenciación de cuatro unidades al nivel categórico de "Forma del terreno", cada una caracterizada por distintos tipos de suelo. La planicie suavemente ondulada presenta suelos del orden Molisol de poco desarrollo pedogenético, originados en un ambiente de inestabilidad geomórfica relacionada con los ciclos de erosión y depositación sedimentaria documentados en la región. Las unidades de pendiente presentan suelos de mayor grado de desarrollo, de los órdenes Molisol y Alfisol, que están afectados por procesos de erosión hídrica, hecho que ha generado cárcavas en el área cartografiada. La longitud de la pendiente, la falta de cobertura y la profundidad efectiva de los suelos controlarían en principio el desarrollo de estos



procesos de degradación. Finalmente, en los planos bajos y vías de drenaje dominan suelos del orden Vertisol, que no habían sido documentados hasta el momento en la cartografía disponible. Son suelos de elevado grado de desarrollo pedogenético, de textura fina, con claras evidencias morfológicas de expansión-contracción y, acotado a las vías drenaje, se manifiestan rasgos hidromórficos debido a la fluctuación del nivel freático. En esta última unidad, los perfiles de suelo superan el metro de profundidad, lo que probablemente esté relacionado con más de un ciclo de pedogénesis.

De esta manera, el modelo de relación paisaje-suelo aquí planteado servirá de base conceptual para el relevamiento y futura elaboración de las Cartas de suelo semidetalladas, para este sector de la provincia de Santiago del Estero.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el marco de los Proyectos de investigación de INTA (PNSUELO-1134032 y PNSUELO-1134022, TUSGO 1231408) y gracias al apoyo local del Lic. Miguel Boetto, Lic. Juana López, Ing. Josefina Uribe Echevarria e Ing. Sergio Roldán.

BIBLIOGRAFÍA

- Buol, SW; Hole, FD & RJ McCracken. 1989. Soil genesis and classification. 3rd ed. Ames, IA: The Iowa State University Press, 446 p.
- Daniele, C & C Natenzon. 1994. Las Regiones naturales de Argentina: Caracterización y Diagnóstico. En: El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la República Argentina. APN / Secretaría Programa MAB-UNESCO.
- Giraut, M; Laboranti, E; Rey, C; Fioriti, M & S Ludueña. 2001. Cuenca Propia de los Bajos Submeridionales. Creación de una unidad hídrica independiente. En Seminario Internacional sobre manejo integral de cuencas hidrográficas. 8 al 12 de octubre de 2001. Rosario. Argentina.
- Iriondo, MH. 1993. Geomorphology and late Quaternary of the Chaco (South America). *Geomorphology* 7: 289-303.
- Moretti, LM; Vizgarra, LA; Rodríguez, DM; Schulz, GA; Paladino, IR & HJM Morrás. 2017. Nuevos aportes sobre la génesis y taxonomía de los suelos en el Noreste de Santiago del Estero. XX Congreso Geológico Argentino. Tucumán. 12 p.
- Ramos, V. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Geología Argentina, Buenos Aires, Anales 29 (3): 41-96.
- Rossiter, DG & R Vargas Rojas. 2004. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo. ITC, Enschede, the Netherlands; CLAS, Cochabamba, Bolivia. 145pp. Agosto 2004. This is a Spanish-language translation and adaptation of the previous. Disponible en: http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/teach/ssm/SSM_LectureNotes2_E.pdf [Acceso: 02-03-2018].
- Schoeneberger, PJ; Wysocki, DA & EC Benhamy. Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Soil Survey Staff. 2014. Claves para la Taxonomía de Suelos, Décima segunda edición. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC. 399 p.
- Vargas Gil, JR. 1990. Santiago del Estero. Atlas de la República Argentina. Tomo II. Proyecto PNUD ARG- 85/019.
- Zinck, JA. 1988. Physiography and Soils Lecture Note SOL.4.1. International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation (ITC), Enschede (NL), pp 156.
- Zinck, JA. 2012. Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales ITC Special Lecture Notes Series, ITC. Enschede.
- Zinck, JA; Metternicht, G; Bocco, G & H Del Valle. 2016. Geopedology. An integration of geomorphology and pedology for soils and landscape studies. Ed. Springer Springer International Publishing Zinck, A; Metternicht G; Bocco, G & HF Del Valle (Eds.). 556 p.