

PROPIEDADES FISICAS, MINERALOGICAS Y MICROMORFOLOGICAS DE SUELOS CON CARACTERISTICAS VERTICAS DEL PARTIDO DE LA PLATA (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Perla A. Imbellone y Jorge E. Giménez

Instituto de Geomorfología y Suelos. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP
Calle 3 N° 584. 1900 La Plata

RESUMEN

Se realiza una descripción interpretativa de las propiedades que intervienen en el proceso de contracción-expansión de dos suelos con características vérticas, los cuales tienen amplia difusión en el NE de la provincia de Buenos Aires. Los suelos estudiados son un Albacualf vértico (imperfectamente drenado) y un Cromudert ácuico (pobremente drenado), ambos de la familia muy fina, illítica, térmica. Los pedones se ubican en las posiciones extremas de una microtoposecuencia, en un ambiente plano con microrrelieve de la cuenca del río Samborombón, donde alternan microlomas y microdepresiones sinuosas interconectadas. Se evalúan las propiedades a través del examen morfológico y los análisis: granulométrico, mineralógico de arcillas, micromorfológico y de extensibilidad lineal. El análisis micromorfológico del Albacualf revela en los horizontes iluviales fábrica plásmica porfiroesquelética y abundantes dominios estríados de plasma. Las evidencias de esfuerzo y corte del material se manifiestan a través de vacíos planares y separaciones plasmáticas. Los arcillanes de iluviación son escasos en el horizonte Bt pues los movimientos vérticos afectan su conservación; sin embargo, alcanzarían el mínimo de 1 % requerido para horizontes argílicos. En ambos perfiles predomina la illita sobre los minerales expandibles, particularmente en los horizontes eluviales. La expresión de los rasgos vérticos depende del contenido absoluto de arcillas expandibles y de la clase de drenaje. Así, a pesar de que el COLE y la extensibilidad lineal potencial son mayores en el Cromudert, el desarrollo de los cutanes de tensión es menor que en el Albacualf debido a que la alternancia de humectación y desecamiento se encuentra atenuada por permanecer más tiempo saturado con agua.

Palabras clave: rasgos vérticos, Vertisoles, subgrupos vérticos, micromorfología, mineralogía de arcillas, coeficiente de extensibilidad lineal.

PHYSICAL, MINERALOGICAL AND MICROMORPHOLOGICAL PROPERTIES OF SOILS WITH VERTIC CHARACTERISTICS (LA PLATA DEPARTMENT, BUENOS AIRES PROVINCE)

ABSTRACT

An interpretative description of the properties affecting the shrink-swell process of soils with vertic characteristics is discussed. The soils have widespread occurrence in northeastern Buenos Aires province. The studied soils are an imperfectly drained vertic Albaqualf and a poorly drained aquic Chromudert, both of the very fine, illitic, thermic family. The

pedons are located in the extreme positions of a micro-toposequence in a level area with microrelief including subcircular mounds and irregular, interconnected depressions. The micromorphological analysis of the Albaqualf shows porphyroscopic fabric and abundant plasmic striated domains in the illuvial horizons. The evidences of stress and shear are revealed by planar voids and plasmic separations. Argillans are scarce in the Bt horizons because the vertic movements may have disrupted them; however, the requirement of 1 % oriented clay of the argillic horizon would be met. Illite is dominant almost in all cases in both profiles over the expandable minerals, particularly in the eluvial horizons. The distinctness of the vertic features is dependent on the absolute contents of expandable clay and the drainage class. Thus, despite the COLE and the potential linear extensibility are higher in the Chromudert, the slickensides are less prominent than in the Albaqualf because the changes of moisture contents are less pronounced.

Key words: vertisolic features, Vertisols, vertic subgroups, micromorphology, clay mineralogy, COLE.

INTRODUCCION

En la Argentina los suelos con características vérticas, ya sean Vertisoles o subgrupos vérticos, ocupan una superficie de aproximadamente 60.000 km² (Dudal, 1967). Poseen amplia difusión en la provincia de Entre Ríos, donde han sido más estudiados (Jongerius y Bonfils, 1964; INTA-Provincia de Entre Ríos, 1980; Stephan et al., 1983; Vesco, 1985; De Petre, 1988). También se han descrito en las provincias de Buenos Aires, Corrientes, Chaco, Chubut, Formosa, Neuquén, Río Negro y Santa Fe.

En la provincia de Buenos Aires los Vertisoles cubren aproximadamente 7.000 km² y sumando los subgrupos vérticos, alcanzan unos 10.000 km² (INTA, 1989). El área principal de difusión es el NE, donde existen aportes de Scoppa (1978) y Camilión (1988). En los partidos de Magdalena, Brandsen, La Plata, Berisso y Ensenada se desarrollan sobre sedimentos continentales loésicos en interfluvios planos de los ríos de la Plata y Samborombón y sobre sedimentos marinos en ambientes costeros.

El conocimiento de estos suelos reviste importancia tanto desde el punto de vista genético como aplicado ya que, a causa de sus características físicas, plantean problemas para el manejo agrícola y usos ingenieriles. Asimismo, las mediciones de extensibilidad lineal junto con el estudio de la microfábrica, permiten predecir el comportamiento del suelo resultante de su interacción con el clima (Holzhey et al., 1973).

El objeto del presente trabajo es realizar una descripción interpretativa de las propiedades que intervienen en el proceso de contracción-expansión de suelos con características vérticas formados a partir de sedimentos loessoides continentales.

MATERIALES Y METODOS

Se estudió un par de pedones ubicados en el partido de La Plata, sobre el acceso a la localidad de Oliden, a 7 km de la Ruta Provincial 36 (coor-

denadas: 35° 09' 25''S y 57° 57' 55''O). Los suelos se sitúan en las posiciones extremas de una microtoposecuencia en un área con microrrelieve que presenta una sucesión de microlomas subcirculares de 4-8 m de diámetro separadas entre sí por depresiones sinuosas interconectadas, con desniveles de 0,15-0,25 m entre ambas posiciones. Este ambiente es común en los interfluvios planos de la cuenca del río Samborombón (partidos de La Plata, Magdalena y Brandsen) y se observan en los aerofotogramas con un patrón reticulado en el que las microdepresiones presentan tonos oscuros y las microlomas tonos claros.

Los suelos estudiados son: un Albaqualf vértico, situado en la microloma (imperfectamente drenado), y un Cromudert ácuico, situado en la microdepresión (pobremente drenado), ambos pertenecientes a la familia muy fina, illítica, térmica.

El análisis mineralógico se realizó por difracción de rayos X y la semicuantificación de las especies mineralógicas por el método de Biscaye (1965). El estudio micromorfológico en muestras no disturbadas mediante microscopía óptica y electrónica de barrido. El coeficiente de extensibilidad lineal (COLE) se determinó en muestras disturbadas midiendo la diferencia de longitud en dos estados de humedad: 33 kPa y seco a 105° C. Se está experimentando la determinación de este parámetro en agregados mediante el uso de resinas sintéticas de industria nacional (Giménez e Imbellone, en preparación).

RESULTADOS Y DISCUSION

El Albaqualf presenta marcadas diferencias morfológicas entre los horizontes eluviales e iluviales. En los primeros no se observan rasgos morfológicos de vertisolización, en cambio en los segundos las superficies de deslizamiento son prominentes y abundantes. Se disponen oblicuamente en los horizontes Bt y Bck formando agregados cuneiformes gruesos y fuertes. Superficies de deslizamiento definidas y/o planos de tendencia a la liberación de esfuerzos se observan rompiendo los

agregados hasta tamaños muy pequeños. También se observan en los horizontes Bt inclusiones de material de horizontes suprayacentes, en posición vertical y oblicua, que revelan la existencia de grietas producidas durante el período de máximo déficit hídrico, en verano. Los rasgos mencionados se vinculan estrechamente con el contenido y tipo de arcilla presente en el material del suelo (Tabla 1). Así, en los horizontes eluviales el promedio

ponderado de arcilla total es menor que la mitad existente en los horizontes B y el contenido absoluto de arcillas expandibles no supera el 10%. A pesar de que la presencia de concreciones y moteados de Fe-Mn señalan la alternancia marcada de períodos de desecación y saturación con agua, ese sector del perfil no posee propiedades suficientemente dinámicas como para generar rasgos vérticos.

Tabla 1. Características físicas, morfológicas y mineralógicas de los suelos estudiados.

Hori- zón- te	Profundidad (cm)	arcilla (%)	Mineralogía estimada de arcillas (%)						COLE	Exten. lineal pot. (cm)*	Cutanes de tensión	Fábrica plásmica
			Respecto fracción ($< 2 \mu\text{m}$)			Respecto fracción ($< 2 \text{mm}$)						
			I	E	C	I	E	C				
Albacualf vértico												
A	0-23	25,8	75	25	vest.	19	6	vest.	0,02	0,46	ausentes	silasépica
E	23-31	17,2	70	30	vest.	12	5	vest.	0,01	0,08	ausentes	silasépica
EB	31-38	30,1	75	25	vest.	23	7	vest.	0,06	0,42	ausentes	insépica
Btss1	38-76	63,0	60	40	vest.	38	25	vest.	0,15	5,70	abundantes	ma-vo-omnisépica
Btss2	76-125	62,4	50	50	vest.	31	31	vest.	0,16	3,84	abundantes	ma-vo-omnisépica
BCkss	125-148+	50,7	55	45	vest.	18	23	vest.	0,14	Σ 10,50	comunes	nd
Cromudert ácuico												
A	0-20	37,8	65	35	vest.	25	13	vest.	0,06	1,14	ausentes	argil-silasépica
Btss1	20-50	50,6	60	40	vest.	30	20	vest.	0,15	4,41	escasos	masépica
Btss2	50-77	57,7	60	40	vest.	35	23	vest.	0,22	5,89	comunes	ma-vo-omnisépica
Btkss	77-93	51,9	65	35	vest.	34	18	vest.	0,18	2,86	abundantes	ma-vo-omnisépica
BC1	93-153	35,2	55	45	vest.	19	16	vest.	0,08	0,57	muy escasos	argil-silasépica
BC2	153-200	29,5	45	55	vest.	14	16	vest.	0,06	Σ 14,87	ausentes	argilasépica
C	200-225+	27,7	45	55	vest.	12	15	vest.	0,05		ausentes	argil-silasépica

* Incluye los 100 cm superficiales

I: Illita; E: Expandibles (esmectitas + interstratificados); C: Caolinita

El Cromudert posee alto tenor absoluto de minerales expandibles hasta la base de los horizontes Bt, que le confiere alta capacidad de expansión-contracción y elevado COLE. Sin embargo, sólo en la parte inferior del horizonte B las superficies de deslizamiento llegan a ser abundantes. Esto se debería a que la superficie del suelo permanece anegada durante períodos prolongados por encontrarse en posiciones deprimidas del paisaje donde los contrastes de humedad a lo largo del año son menores que en el suelo ubicado en la microloma. En los horizontes BC y C disminuye el contenido de arcilla total y absoluto de expandibles, y consecuentemente la capacidad de expansión-contracción.

La micromorfología es usada en este trabajo como herramienta para mostrar los cambios que se producen en el material del suelo por efecto de los elevados tenores de arcilla y las variaciones en el contenido de humedad. Los rasgos micromorfo-

lógicos son contrastantes en la porción superior e inferior del Albacualf. En la primera hay significativa predominancia de proporciones relativas de esqueleto sobre plasma, porosidad dominada por vesículas y escasos rasgos de reorganización plasmática. En los horizontes iluviales se observa fábrica plásmica porfirioesquelética e intenso reordenamiento plásmico subcutáneo a lo largo de vacíos planares tanto abiertos como cerrados (Fig. 1a). Además, abundan dominios estriados del plasma, no relacionados a vacíos, dentro de la matriz de los agregados. Estas separaciones plasmáticas anchas y continuas originarían según Jim (1986) la denominada "protoestructura". Las evidencias de esfuerzo y corte del material expresadas a microescala, se manifiestan claramente a través de los vacíos planares y las separaciones del plasma. Estas últimas aparecen como paquetes de arcilla birefringente orientada en la masa o a veces estriada a lo largo de superficies de deslizamiento

(Fig. 1b y 1c). Es posible observar a grandes aumentos la disposición típica de los minerales esmectíticos (Fig. 1d).

El análisis micromorfológico revela que los arcillanos son escasos en los horizontes B, aunque la observación macroscópica parecería indicar lo contrario, habida cuenta que en los suelos como los estudiados suele confundirse las evidencias de illimerización con las de vertisolización. Aunque concentraciones de plasma relacionadas a super-

ficies son raras en suelos con elevados tenores de arcilla, el proceso de iluviación no debe descartarse, pero sus evidencias son difíciles de conservar cuando el suelo carece de estabilidad ante las variaciones de humedad (Scoppa, op. cit.). Los argillanos descritos en Vertisoles y Subgrupos vérticos se restringen a los horizontes más profundos del suelo (Nettleton et al., 1969; Imbellone, 1980; Nettleton, 1985). No obstante, los horizontes B del perfil poseen 1 % de arcillas orientadas.

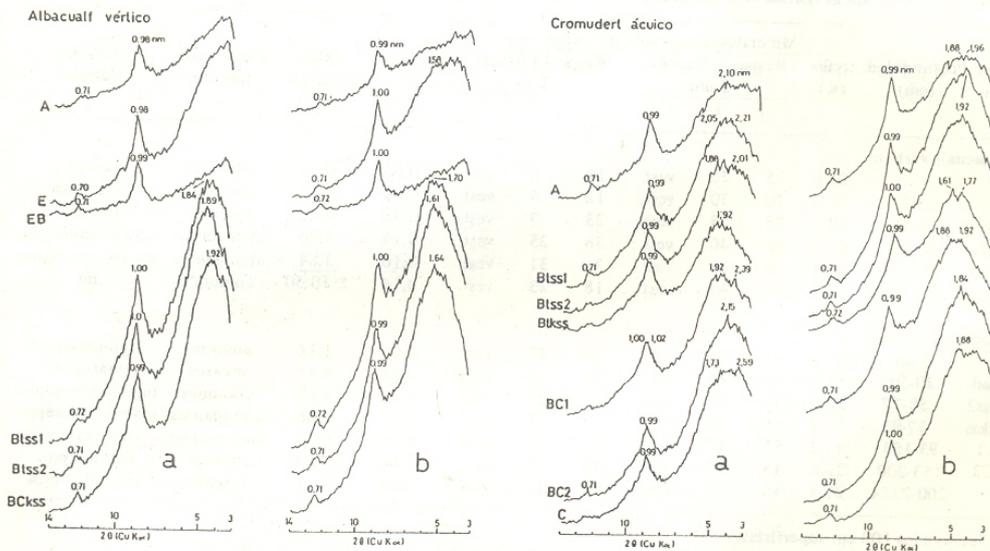


Fig. 2. Difractogramas de rayos X de la fracción menor que $2 \mu\text{m}$ ($1.10^3 - 4$). a. Preparados solvatados con etilenglicol saturados con Mg. b. Preparados naturales orientados saturados con Mg.

La Fig. 2 muestra que en ambos suelos la mineralogía de la fracción arcilla es semejante cualitativamente. Presentan una composición simple: illítica, esmectítica, caolinítica, con predominancia de illita y ligero incremento de esmectitas en la base de los perfiles.

La caolinita está presente en proporciones no significativas. La illita muestra un patrón difractométrico poco variable, con reflexiones nítidas y definidas, con moderado grado de cristalinidad. Algunas reflexiones poseen picos anchos, asimétricos y en ocasiones con el pico principal bifurcado. Los minerales expandibles no presentan reflexiones definidas en la zona eluvial; sólo un área aserrada continua, posiblemente de interstratificados irregulares illita-esmectita. Las esmectitas presentan reflexiones mejor definidas en los horizontes iluviales pero su grado de cristalinidad es esca-

so.

Los horizontes Bt de ambos perfiles poseen los contenidos absolutos más elevados de minerales expandibles en concordancia con los valores más altos de COLE. En esa porción de los perfiles superan en promedio, el 20 % de esmectitas, valor considerado por Bullock y Thompson (1985), como mínimo necesario para conferir al suelo rasgos vérticos.

El coeficiente de extensibilidad lineal es un parámetro que permite predecir la magnitud del proceso de expansión-contracción del suelo y expresa su propiedad de cambiar el volumen. Para establecer el comportamiento del suelo es necesario vincular la dinámica de esa propiedad intrínseca con las variaciones ambientales, más precisamente con el régimen de humedad del suelo. Así se ha establecido que los Subgrupos vérticos

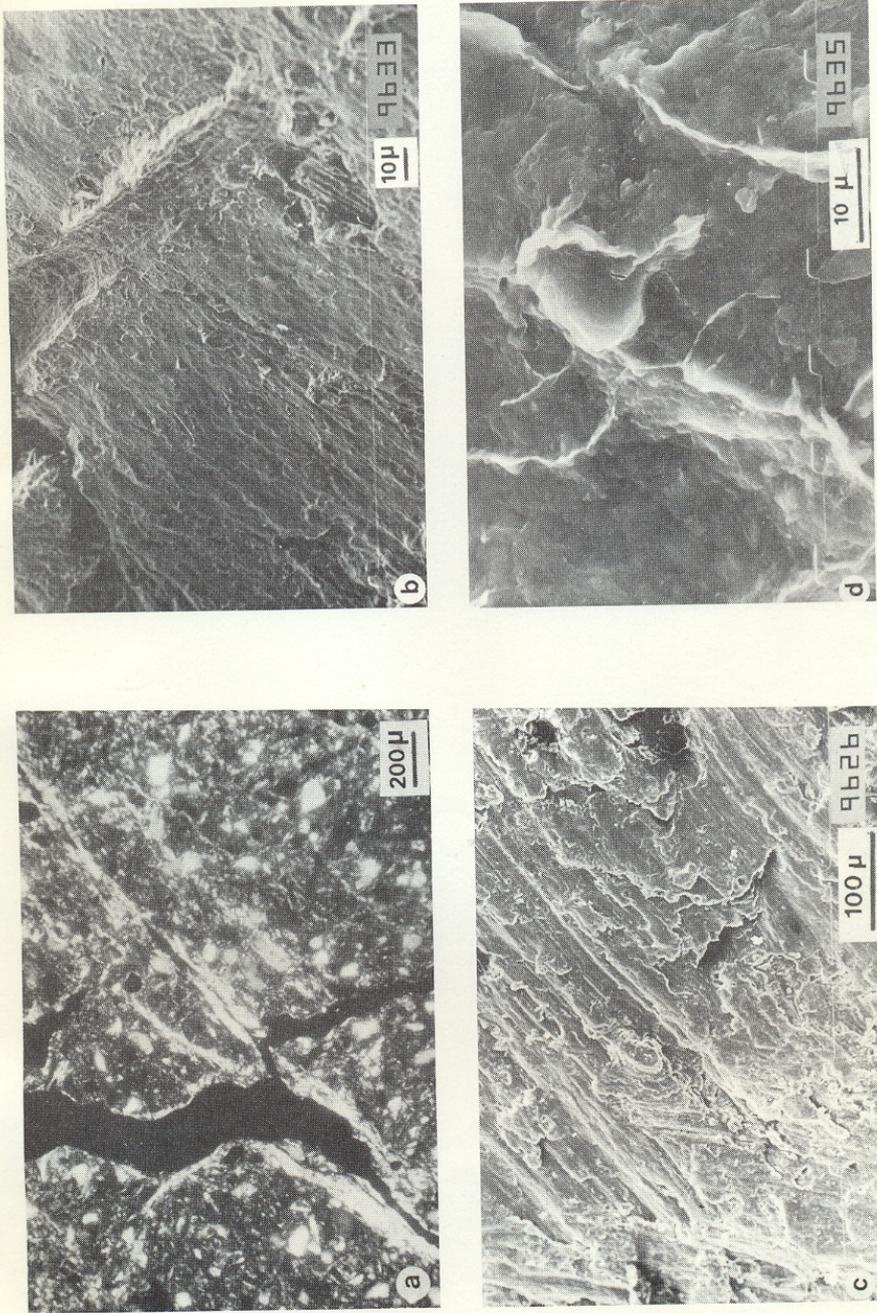


Fig. 1. Aspectos microscópicos de los horizontes B del Albacualf vértico.
a. Separaciones de plasma a lo largo de vacíos planares. Horizonte Btss1. MO. b. Superficie de deslizamiento con impronta de raíz. Horizonte Btss1. MEB. c. Superficie de deslizamiento. Horizonte Btss2. MEB. d. Detalle de Fig. 1b. Disposición superficial de esmectitas. Horizonte Btss1. MEB.

de suelos bajo régimen údico y ácuico deben poseer COLE mayor de 0,09 dentro de los primeros 50 cm (Soil Survey Staff, 1975). Se observa en la Tabla 1 que los valores de COLE se relacionan directamente con el contenido total de arcilla y el contenido absoluto de esmectitas, y en ambos perfiles es menor de 0,06 en los horizontes eluviales y mayor de 0,140 en los horizontes B. Además la ELP es mayor de 6 en los 100 cm superficiales. Es de señalar que el Cromudert presenta los mayores valores de COLE y ELP, pero las evidencias macroscópicas del proceso de expansión-contracción son menos manifiestas debido a que posee drenaje interno más deficiente que el Albacualf y por tanto el estado de humedad es más constante.

Por otra parte, se considera que los movimientos vérticos no han producido pedoturbación, definida ésta como la mezcla de los horizontes superficiales y subsuperficiales. En el Albacualf existen grietas rellenas con material del horizonte A, pero este proceso es sumamente lento, al punto que Yaalon y Kalmar (1978), consideran que sólo 0,05 a 0,1 % del material superficial cae dentro de las grietas de un Vertisol. Tampoco se observan anomalías en las funciones profundidad de componentes tales como carbono orgánico y nitrógeno total. En ese sentido, Wilding y Tessier (1988) sostienen que en Vertisoles la pedoturbación no es suficientemente rápida como para impedir la translocación a largo plazo. Por las razones señaladas es posible suponer que en los perfiles estudiados, los movimientos del material del suelo se producen a lo largo del diseño de planos de corte, cuyo deslizamiento se ha evidenciado a macro y micro escala.

El COLE y la ELP constituyen parámetros de aplicación en usos agronómicos tanto como ingenieriles. Por ello, se recomienda su inclusión en las cartas de suelos, principalmente cuando existan rasgos visibles de expansión-contracción en el perfil del suelo o el mismo posea, al menor para la zona estudiada, más de 30 % de arcilla total dentro del metro superficial del suelo.

Es de señalar que en la microtoposecuencia estudiada, representativa del área, los horizontes E se encuentran en las lomas en contraposición al esquema conceptual de su génesis. Más estudios son necesarios para establecer: a) la vinculación de los horizontes E con procesos pedogenéticos antiguos y/o fenómenos de erosión-sedimentación actual; b) la génesis general del microrrelieve.

CONCLUSIONES

La presencia de rasgos producidos por esfuerzos, ya sea como reordenamiento del plasma en torno a vacíos planares, o dentro de la matriz de los agregados, depende del contenido absoluto de minerales de arcilla expandibles, es decir respecto a la masa total del suelo (fracción < 2 mm). En cambio, los tenores relativos de los minerales de arcillas (respecto a la fracción inferior a 2 μ m) no permitieron discernir claramente el comportamiento contrastante entre los sectores eluviales e iluviales del Vertisol y el Alfisol. Los tenores absolutos de minerales expandibles superan levemente el 10 % en los horizontes eluviales, pero a partir de los horizontes Bt se produce un marcado incremento de la fracción arcilla total y los expandibles alcanzan tenores entre 20 y 30 %.

El COLE y la ELP han reflejado las variaciones de la composición granulométrica y mineralógica, pero no siempre se correlaciona con la abundancia de superficies de deslizamiento, debiéndose considerar también las variaciones de humedad del suelo a lo largo del año.

Los movimientos vérticos de los suelos no habrían producido mezcla o inversión de los materiales que se evidencie a través de anomalías en las funciones profundidad de parámetros tales como el carbono orgánico.

AGRADECIMIENTOS

A los Lic. Mario da Silva y Jorge Maggi por su colaboración en tareas analíticas.

REFERENCIAS

- Biscaye, P. E., 1965. Mineralogy and sea sedimentation of recent deep sea clays in the Atlantic ocean and adjacent areas seas and oceans. *Geol. Soc. Am. Bull.* 76: 803-832.
- Bullock, P. y M. L. Thompson, 1985. Micromorphology of Alfisols. En: Douglas, L. A. y M. L. Thompson (Ed.). *Soil micromorphology and soil classification*. Soil Science Society of America. Special Publication Nº 15. Madison. 17-48.
- Camilión, M. C., 1988. Estudio de los materiales constituyentes de un suelo Vertisol. *Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses*. CIC, Bahía Blanca. 237-244.

- De Petre, A. A., 1988. Contribución al conocimiento de los Vertisoles argentinos con énfasis en los de la provincia de Entre Ríos. Génesis, clasificación, cartografía y micromorfología. *Relatos. Segundas Jornadas de Suelos de la Región Pampeana*. La Plata. 69-95.
- Dudal, R., 1967. Suelos arcillosos oscuros de las regiones tropicales y subtropicales. FAO. Cuadernos de fomento agropecuario N° 83, Roma. 170 p.
- Holzhey, C. S.; W. D. Nettleton y R. D. Yeck, 1973. Microfabric of some argillic horizons in udic, xeric and torric soil environments of the United States. En: G. K. Rutherford (Ed.). *Soil Microscopy*. Canadá. 747-760.
- Imbellone, P. A., 1980. Micropedología de una toposecuencia de suelos en el partido de Magdalena, provincia de Buenos Aires. *Revista de Invest. Agropecuarias, INTA, Buenos Aires*. XV, N° 4, 636-658.
- INTA, 1989. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000. CIRN, Instituto de Evaluación de Tierras. Castelar.
- INTA-Gobierno de Entre Ríos, 1980. Suelos y erosión de la provincia de Entre Ríos. Plan Mapa de Suelos de la provincia de Entre Ríos.
- Jim, C. Y., 1986. Experimental study of soil microfabric induced by anisotropic stresses of confined swelling and shrinking. *Geoderma*, 37: 91-112.
- Jongierius, A. y C. Bonfils, 1964. Micromorfología de un suelo negro grumosólico de la provincia de Entre Ríos. *RIA, INTA, Clima y Suelo*, 1: 33-53.
- Nettleton, W. D.; K. W. Flach y B. R. Brasher, 1969. Argillic horizons without clay skins. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33-121-125.
- Nettleton, W. D. y J. R. Sleeman, 1985. Micromorphology of Vertisols. En: Douglas, L. A. y M. L. Thompson (Ed.). *Soil micromorphology and soil classification*. Soil Science Society of America. Special Publication N° 15. 165-196.
- Scoppa, C. O., 1978. El horizonte argílico de los Udoles de la Región Pampeana. *RIA, INTA. Serie e. VII: 97-113*.
- Soil Survey Staff, 1975. *Soil Taxonomy. Agriculture Handbook N° 436*. U. S. Department of Agriculture. 754 p.
- Stephan, S.; J. Bernier; A. A. De Petre; C. Jeanson; M. J. Kooistra; H. W. Scharpenseel y H. Schiffman, 1983. Characterization of in situ organic matter constituents in Vertisols from Argentina, using submicroscopic and cytochemical methods. First report. *Geoderma*, 30: 21-34.
- Vesco, C. J. J., 1985. Algunos problemas de clasificación utilizando la Taxonomía de Suelos ("Soil Taxonomy"). *Propuestas para su solución. Primeras Jornadas Regionales de Suelos. Región Pampeana Norte. EERA INTA Rafaela. Publ. miscelánea N° 30*, 121-142.
- Wilding, L. P. y D. Tessier, 1988. Genesis of Vertisols: shrink-swell phenomena. En: Wilding L. P. y R. Puentes (Ed.). *Vertisols: their distribution, properties, classification and management*. Texas A&M University System. Soil Management Support Services. Technical Monograph N° 18. 55-81.
- Yaalon, D. H. y D. Kalmar, 1978. Dynamics of cracking and swelling clay soils: Displacement of skeleton grains, optimum depth of slickensides, and rate of intra-pedonic turbation. *Earth Surface Processes*. 3: 31-42.