

RELACION ARCILLA ILUVIAL/ARCILLA TOTAL EN MOLISOLES DEL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES *

Mabel S. Pazos

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Mar del Plata - C.C. 276, (7620) Balcarce, Buenos Aires

RESUMEN

Se determinó el porcentaje de arcilla iluvial por micromorfometría y el porcentaje de arcilla total por métodos convencionales en seis perfiles de suelos que presentan horizonte argílico o nátrico bien expresado. Tres de los perfiles conforman una secuencia de Argiudoles, con tosca a profundidad variable. Los restantes constituyen una secuencia de suelos con alcalinidad sódica y drenaje variables, que incluye Argiudoles Natrudoles y Natracuoles.

En los horizontes Bt de todos los suelos estudiados, el grado de iluviación de arcilla es fuerte a muy fuerte, con porcentajes que varían entre 6,3 y 22,2 por ciento, dependiendo en parte del contenido total de arcilla. El aporte de la arcilla iluvial al contenido total de arcilla en los mismos horizontes varía entre 12,3 y 52,5 por ciento.

En los suelos zonales la presencia de tosca por debajo del horizonte iluvial provoca la formación de mayor cantidad de argilanes y de mayor espesor que en suelos similares pero sin capas limitantes.

En los suelos intrazonales, tanto el grado de iluviación como su aporte al contenido total de arcilla en los horizontes iluviales se incrementan en el mismo sentido del avance en la evolución, que se expresa por disminución del contenido de sodio intercambiable y mejora en las condiciones de drenaje.

Palabras Clave: grado de iluviación de arcilla, relación arcilla iluvial/arcilla total; Molisoles; Sudeste bonaerense.

ILLUVIAL CLAY/TOTAL CLAY RATIO IN MOLLISOLS OF THE SOUTHEASTERN BUENOS AIRES PROVINCE

ABSTRACT

Percentage of illuvial clay applying micromorphometry and percentage of total clay by standard methods were determined in six soil profiles which exhibit marked argillic or natric horizons. Three of the profiles belong to a sequence of Argiudolls with caliche layer at variable depth. The rest forms a soil sequence with variable drainage and sodic alkalinity, including Argiudolls, Natrudolls and Natraqolls.

Degree of clay illuviation is strong to very strong in the Bt horizon of all the examined soils, with percentages ranging from 6,3 per cent to 22,2 per cent partly depending on total clay content. Contribution of illuvial clay to total clay content varies between 12,3 and 52,5 per cent in the same horizons.

In zonal soils, the presence of the caliche layer below the illuvial horizon causes the formation of greater amount of argillans which are thicker than those present in similar soils without limiting layers.

In intrazonal soils, degree of clay illuviation and its contribution to the total amount of clay increase with the increase in evolution, expressed by decreasing exchangeable sodium and improvement of drainage conditions.

Key Words: degree of clay illuviation; illuvial clay/total clay ratio, Mollisols; southeastern Buenos Aires Province.

* Trabajo presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. 1983.
Extráctado de: "Study of vesicular structure in arid soils (North Patagonia, Argentina)", tesis de Master in Soil Science, Univ. de Gante, Bélgica, 1981-82.

RELACION ARCILLA ILUVIAL/ARCILLA TOTAL EN MOLISOLES DEL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES *

Mabel S. Pazos

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Mar del Plata - C.C. 276, (7620) Balcarce, Buenos Aires

RESUMEN

Se determinó el porcentaje de arcilla iluvial por micromorfometría y el porcentaje de arcilla total por métodos convencionales en seis perfiles de suelos que presentan horizonte argílico o nátrico bien expresado. Tres de los perfiles conforman una secuencia de Argiudoles, con tosca a profundidad variable. Los restantes constituyen una secuencia de suelos con alcalinidad sódica y drenaje variables, que incluye Argiudoles Natrudoles y Natracuoles.

En los horizontes Bt de todos los suelos estudiados, el grado de iluviación de arcilla es fuerte a muy fuerte, con porcentajes que varían entre 6,3 y 22,2 por ciento, dependiendo en parte del contenido total de arcilla. El aporte de la arcilla iluvial al contenido total de arcilla en los mismos horizontes varía entre 12,3 y 52,5 por ciento.

En los suelos zonales la presencia de tosca por debajo del horizonte iluvial provoca la formación de mayor cantidad de argilanes y de mayor espesor que en suelos similares pero sin capas limitantes.

En los suelos intrazonales, tanto el grado de iluviación como su aporte al contenido total de arcilla en los horizontes iluviales se incrementan en el mismo sentido del avance en la evolución, que se expresa por disminución del contenido de sodio intercambiable y mejora en las condiciones de drenaje.

Palabras Clave: grado de iluviación de arcilla, relación arcilla iluvial/arcilla total; Molisoles; Sudeste bonaerense.

ILLUVIAL CLAY/TOTAL CLAY RATIO IN MOLLISOLS OF THE SOUTHEASTERN BUENOS AIRES PROVINCE

ABSTRACT

Percentage of illuvial clay applying micromorphometry and percentage of total clay by standard methods were determined in six soil profiles which exhibit marked argillic or natric horizons. Three of the profiles belong to a sequence of Argiudolls with caliche layer at variable depth. The rest forms a soil sequence with variable drainage and sodic alkalinity, including Argiudolls, Natrudolls and Natraqolls.

Degree of clay illuviation is strong to very strong in the Bt horizon of all the examined soils, with percentages ranging from 6,3 per cent to 22,2 per cent partly depending on total clay content. Contribution of illuvial clay to total clay content varies between 12,3 and 52,5 per cent in the same horizons.

In zonal soils, the presence of the caliche layer below the illuvial horizon causes the formation of greater amount of argillans which are thicker than those present in similar soils without limiting layers.

In intrazonal soils, degree of clay illuviation and its contribution to the total amount of clay increase with the increase in evolution, expressed by decreasing exchangeable sodium and improvement of drainage conditions.

Key Words: degree of clay illuviation; illuvial clay/total clay ratio, Mollisols; southeastern Buenos Aires Province.

* Trabajo presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. 1983.
Extráctado de: "Study of vesicular structure in arid soils (North Patagonia, Argentina)", tesis de Master in Soil Science, Univ. de Gante, Bélgica, 1981-82.

INTRODUCCION

Los suelos del sudeste bonaerense que presentan horizonte argílico o nátrico se caracterizan por una marcada diferenciación textural, presentando contenidos máximos de arcilla en el horizonte Bt y contenidos menores en los horizontes A y C. El contenido total de arcilla del horizonte Bt está determinado por el propio del material que dio origen al suelo, más la arcilla acumulada por el proceso de iluviación y por otros procesos (Birkeland, 1980) que a los fines de este análisis podemos agrupar bajo la denominación común de arcillas de neoformación.

La presencia de barnices de arcilla o argilanes tapizando las paredes de poros y caras de agregados es la evidencia más generalmente aceptada de la acumulación iluvial de arcilla (Buol y Hole, 1961; Brewer, 1968, 1972 y 1976; Miedema y Slager, 1972); mientras que no se conoce algún criterio que pueda utilizarse para identificar con certeza las arcillas formadas in situ (Birkeland, op. cit.).

A partir del análisis micromorfológico de secciones delgadas de suelos se ha sugerido que la proporción de arcilla iluvial en la mayoría de los casos es pequeña. Brewer (1968) concluye que la arcilla iluvial ha contribuido con una proporción insignificante de arcilla a los horizontes Bt de diez perfiles de suelos examinados. El sistema taxonómico norteamericano (Soil Survey Staff, 1975) propone un requerimiento mínimo de 1 por ciento de arcilla iluvial para calificar un horizonte como argílico o nátrico, y Miedema y Slager (op. cit.) definen grados de iluviación de arcilla por horizonte y consideran valores superiores al 7 por ciento como poco frecuentes, calificando ese rango como grado de iluviación de arcilla muy fuerte. Por el contrario, las primeras observaciones en suelos del sudeste bonaerense indican que la proporción de arcilla iluvial en los horizontes Bt puede alcanzar valores significativos (Scoppa y Pazos, 1981; Pazos, 1981).

Con respecto a la calidad del material cutánico, Buol y Hole (1959) encontraron que los cutanes de arcilla tienen mayor contenido de materia orgánica, arcilla, P, Mn y Fe que el total del material del horizonte Bt en un Alfisol de Wisconsin. No se conocen experiencias similares en nuestro país, pero de comprobarse diferencias semejantes en la composición del material cutánico, sería un hecho de importancia, sobre todo considerando que las raíces de las plantas se desarrollan principalmente a lo largo de poros o superficies estructurales tapizadas con argilanes.

El propósito de este estudio es determinar la distribución de arcilla iluvial y evaluar su aporte al contenido total de arcilla en suelos de la región Pampeana. Para ello se seleccionaron seis perfiles de suelos representativos del Sudeste bonaerense, todos ellos Moliso-

les desarrollados a partir de materiales loésicos y con horizonte Bt bien expresado.

MATERIALES Y METODOS

Los perfiles de suelos denominados 1, 2 y 3 conforman una secuencia de suelos zonales clasificados como Argiudoles típicos. El perfil 1 se extiende sin limitaciones hasta más de 105 cm de profundidad, y los perfiles 2 y 3 presentan capa de tosca a los 81 cm y 55 cm respectivamente. Se localizan entre 300 y 600 m al oeste del tambo en la Estación Experimental del INTA en Balcarce.

Los perfiles 4, 5 y 6 conforman una secuencia de suelos intrazonales representativa del borde sur de la Pampa Deprimida. El perfil 4, bien drenado, es un Argiudol abruptico; el perfil 5, moderadamente bien drenado, es un Natrudol abruptico ágrico, y el perfil 6, imperfectamente drenado, es un Natracuol típico. Se localizan en la Reserva 7 de la Estación Experimental del INTA en Balcarce.

La descripción morfológica, micromorfológica, características físico-químicas y discusión de la clasificación taxonómica de los perfiles 1 a 6 están detalladas en Pazos (op. cit.).

La arcilla total se determinó por el método de la pipeta de Kuhn, previa destrucción de carbonatos y materia orgánica.

La cuantificación de arcilla iluvial se llevó a cabo sobre secciones delgadas de tamaño semimamut (9 x 12 cm) de cada horizonte, con un ocular de recuento Leitz GF 10 x M, contando 1600 puntos en cada muestra, con un aumento de 250 x. Las secciones delgadas se realizaron en el Laboratorio de Micropedología de la Universidad del Estado de Gante (Bélgica) según la metodología de rutina en ese laboratorio y descrita por Stoops (1978).

En los materiales de suelo libres de carbonato de calcio se consideraron las siguientes unidades de recuento: poros, fragmentos de raíces, fitolitos, material grueso ($> 5 \mu\text{m}$) y material fino ($< 5 \mu\text{m}$). A su vez, dentro del material fino se distinguieron los siguientes tipos: no orientado, orientado, pápulas y cutanes. En los materiales calcáreos se consideraron las siguientes unidades: poros, material grueso, formas calcíticas orgánicas, calcita acicular, calcita microcristalina + arcilla y cutanes.

Se tuvo la precaución de incluir dentro de la subunidad de cutanes solamente aquellos argilanes que cumplen con las características de diagnóstico que define Brewer (1976) para distinguir los cutanes de iluviación de aquellos producidos por difusión o tensión. Las pápulas corresponden a fragmentos de cutanes de bordes netos y translocados muy probablemente por

efectos de actividad biológica reciente, por lo cual se los considera evidencia de iluviación.

La unidad material fino orientado incluye dominios de arcilla orientada de orígenes diferentes, y que no es posible separarlos. Puede tratarse de fragmentos de cutanes incluídos en la matriz del suelo en proceso de desintegración física por presión y deslizamiento, lo que origina b-fábricas transfibrosas (Stoops, op. cit.). Estos rasgos no pueden reconocerse como unidades independientes debido a la falta de bordes netos. Otro origen posible es la orientación de dominios de arcilla por movimientos del suelo como en las b-fábricas epifibrosas en sus tipos grano y porofibrosas.

El grado de iluviación total (Miedema y Slager, op. cit) se calculó como la suma de los porcentajes de cutanes y pápulas. Para evitar diferencias en porosidad ocasionadas durante la preparación de las muestras y para hacer los resultados comparables dentro y entre perfiles, los valores obtenidos se corrigieron por espacio poroso visible y fragmentos de raíces, quedando así el grado de iluviación total expresado sobre fase sólida.

Para comparar los resultados de arcilla iluvial con los de arcilla total se utilizó el criterio empleado por Brewer (1968), asumiendo que la densidad de la arcilla iluvial es la misma que la del material de suelo total, excluyendo los poros visibles. De esta manera, y

siempre según el mismo autor, la cantidad de arcilla iluvial estimada como porcentaje en volumen a partir del recuento de puntos, se aproximaría a su porcentaje en peso sobre suelo total y por lo tanto las estimaciones de arcilla iluvial pueden compararse con las de arcilla total. Como ya se explicó anteriormente, algunos rasgos de iluviación quedan comprendidos en la unidad denominada material fino orientado, introduciendo un error en la estimación de la arcilla iluvial total. De todos modos, las conclusiones se basan en grandes diferencias, y el error en caso de ser significativo, sería por subestimación de la arcilla iluvial total.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se presentan en las Tablas 1 y 2. Sustrayendo el porcentaje de arcilla iluvial del total de arcilla se obtiene el porcentaje de arcilla in situ (Brewer, 1968): arcilla depositada junto con el material originario más la producida por neoformación. A su vez, asumiendo homogeneidad del material originario, el contenido de arcilla del horizonte C, cuando está presente, sería un índice aproximado del contenido de arcilla del material originario.

TABLA 1: Características y relación arcilla iluvial/arcilla total de la secuencia de suelos zonales.

Perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Arcilla total % peso	Arcilla iluvial % volumen	Grado de iluviación total	Arcilla iluvial / arcilla total
1	A1	0 - 22	23,4	0,0	nulo	-
	B1	22 - 37	24,9	0,4	débil	1,6
	B21t	37 - 47	42,2	9,3	muy fuerte	22,0
	B22t	47 - 60	49,3	15,1	muy fuerte	30,6
	B3t	60 - 75	28,7	n.d.	-	n.d.
	C	75 - 104 +	12,5	3,6	moderado	28,8
2	A1	0 - 20	26,9	0,0	nulo	-
	B1	20 - 29	32,4	4,1	fuerte	12,7
	B21t	29 - 42	51,3	6,3	fuerte	12,3
	B22t	42 - 60	58,5	10,3	muy fuerte	17,6
	B3t	60 - 69	44,5	13,0	muy fuerte	29,2
	C	69 - 81	21,9	3,1	moderado	14,2
3	IICcam	81 +	n.d.	4,0	moderado	-
	A1	0 - 17	26,0	0,0	nulo	-
	B1	17 - 25	28,8	1,4	moderado	4,9
	B21t	25 - 40	46,4	22,2	muy fuerte	47,8
	B22t	40 - 55	47,7	17,3	muy fuerte	36,3
	IICcam	55 - 77 +	13,4	1,8	moderado	13,4

n.d.: no determinado.

Se calculó la relación arcilla iluvial/arcilla total por horizonte en los tres perfiles (Tabla 1) y el promedio para los horizontes B2t, que arrojó los siguientes valores: 27 por ciento en el perfil 1, 15 por ciento en el perfil 2 y 42 por ciento en el perfil 3. Es interesante señalar que Brewer (1972) determinó un 12 por ciento como aporte máximo de la iluviación al contenido total de arcilla del horizonte Bt. Estos resultados están indicando la mayor intensidad del proceso de iluviación en el grupo de suelos que aquí se analizan. El porcentaje menor (15 por ciento) se obtuvo para el perfil 2 y coincide con el contenido máximo de arcilla total. Esta disminución en la evidencia del proceso de iluviación puede adjudicarse a una menor intensidad del proceso, o mayor velocidad de destrucción de esa evidencia como consecuencia de contracción y expansión del suelo más marcadas. Esta segunda posibilidad estaría apoyada por el mayor porcentaje de material fino orientado que presenta el horizonte B2t del perfil 2 con 19,4 por ciento, versus 17,4 por ciento en el perfil 1 y 15,6 por ciento en el perfil 3.

Comparando los perfiles 1 y 3 que presentan contenidos de arcilla total similares, la iluviación de arcilla es marcadamente más intensa en el perfil 3, demostrando el efecto que produce la presencia de la capa de tosca inmediatamente debajo del horizonte B2t. El análisis micromorfométrico de una única sección delgada que incluye el contacto B22t-IICcam del perfil 3 arrojó un porcentaje de poros visibles de 14,9 por ciento para el B22t y 7,4 por ciento en el IICcam. Es-

Perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Porcentaje de sodio intercambiable	Arcilla total % peso	Arcilla iluvial % volumen	Grado de iluviación total	Arcilla iluvial / arcilla total
4	A1	0 - 23	0,8	21,4	0,0	nulo	--
	A2	23 - 34	1,0	15,1	0,0	nulo	--
	B2t	34 - 60	1,5	37,9	19,9	muy fuerte	52,5
	B3t	60 - 72	2,1	25,6	11,5	muy fuerte	44,9
	C	72 - 90	7,9	16,0	4,6	fuerte	28,8
5	A1	0 - 20	1,4	21,0	0,0	nulo	--
	A2	20 - 38	4,6	11,1	0,0	nulo	--
	B2t	38 - 60	15,4	36,0	18,4	muy fuerte	51,1
	B3t	60 - 70	34,0	24,3	8,6	muy fuerte	35,4
	Cca	70 - 110	46,4	15,5	0,0	nulo	--
6	A1	0 - 18	47,8	17,7	0,0	nulo	--
	B2t	18 - 37	52,3	48,7	14,2	muy fuerte	29,2
	B3tca	37 - 64	29,5	24,7	10,3	muy fuerte	41,7
	Cca	64 - 85	20,7	10,4	0,6	débil	5,8

ta disminución abrupta de la porosidad total visible, así como el cambio en el tipo de poros debido a la diferencia litológica entre ambos materiales, actuaría frenando la circulación de agua con arcillas en suspensión y favoreciendo la formación de argilanes en el Bt. Particularmente el B21t del perfil 3 presenta el máximo porcentaje de iluviación mostrando el efecto de colmatación del B22t a causa de la capa de tosca, y a diferencia de los perfiles 1 y 2 en los cuales el porcentaje de iluviación se incrementa con la profundidad. Al mismo tiempo, los argilanes alcanzan un espesor máximo de 1 mm en el perfil 3, mientras que en los perfiles 1 y 2 no superan los 0,2 mm de espesor.

Secuencia de suelos intrazonales

En esta secuencia también se determinaron grados de iluviación muy fuertes en los horizontes iluviales de los tres perfiles de suelos. Los porcentajes de iluviación varían entre 8,6 y 19,9 por ciento, con contenidos de arcilla total de 24,7 a 48,7 por ciento.

Se calculó la relación arcilla iluvial/arcilla total por horizonte (Tabla 2) y el promedio para los horizontes iluviales (B2t + B3t) que arrojó los siguientes valores: 50,1 por ciento para el perfil 4, 43,6 por ciento para el perfil 5 y 36,5 por ciento para el perfil 6.

Tanto el grado de iluviación total como su aporte al contenido total de arcilla en los horizontes iluviales se incrementan en el mismo sentido del mayor grado de evolución de los suelos de esta secuencia. El perfil 6 presenta el contenido más alto de sodio intercambiable, asociado a drenaje deficiente, y subiendo en el relieve hacia el perfil 4 mejoran las condiciones de drenaje simultáneamente con el incremento del reemplazo de sodio por hidrógeno intercambiable.

En los perfiles 4 y 5, el porcentaje de arcilla iluvial en los horizontes Bt alcanza a explicar prácticamente todo el exceso de arcilla total que presentan con respecto al horizonte C, y coincide con la presencia en ambos perfiles de horizonte A2 con un marcado empobrecimiento en arcilla total.

CONCLUSIONES

El porcentaje de arcilla iluvial en los horizontes Bt de los suelos estudiados varía entre 6,3 y 22,2 por ciento, valores comprendidos en grado de iluviación fuerte y muy fuerte. Los porcentajes máximos, superiores al 17 por ciento, se determinaron en horizontes con contenidos de arcilla total que varían entre 36 y 48 por ciento; los porcentajes menores, inferiores al 11 por ciento, corresponden a contenidos totales de arcilla inferiores al 25 por ciento o por encima del 51 por ciento.

El aporte de la arcilla iluvial al contenido total de arcilla en los mismos horizontes varía entre 12,3 y 52,5 por ciento.

Considerando que la intensidad de iluviación depende entre otros factores del contenido de arcilla total, el porcentaje de iluviación no es suficiente para caracterizar horizontes o subhorizontes, a menos que vaya acompañado de la relación arcilla iluvial/arcilla total. Sirven como ejemplo el horizonte B22t del perfil 2 (Tabla 1) y el B3tca del perfil 6 (Tabla 2) donde un mismo porcentaje de arcilla iluvial, calificado como fuerte, representa en el primer caso un 17,6 por ciento del total de arcilla, mientras que en el segundo caso alcanza a explicar el 41,7 por ciento de ese total.

En suelos zonales, con contenidos de arcilla total semejantes, la presencia de una capa de tosca inmediatamente debajo del horizonte B2t provoca la formación de mayor cantidad de argilanes y de mayor espesor que en suelos similares pero sin capas limitantes.

En suelos intrazonales, tanto el grado de iluviación como su aporte al contenido total de arcilla en los horizontes iluviales se incrementan a medida que disminuye el porcentaje de sodio intercambiable y mejoran las condiciones de drenaje.

En todos los horizontes de los suelos estudiados, a excepción de los horizontes A2 en los perfiles 4 y 5, el contenido de arcilla total supera en cantidades variables al total de arcilla del horizonte C cuando está presente, indicando que el proceso de neoformación de arcillas es muy intenso en todos los casos.

REFERENCIAS

- Birkeland, P. W., 1980. *Pedology, weathering and geomorphological research*. Oxford Univ. Press, New York. 285 pp.
- Brewer, R. 1968. Clay illuviation as a factor in particle-size differentiation in soil profiles. *Trans. 9th Int. Cong. of Soil Sci.*, Adelaide, Australia. Vol. IV: 489-500.
- Brewer, R. 1972. The basis of interpretation of soil micromorphological data. *Geoderma*, 8: 81-94.
- Brewer, R., 1976. *Fabric and mineral analysis of soils*. Robert E. Krieger Publ. Co., Huntington, New York. 482 pp.
- Buol, S. W. y F. D. Hole, 1959. Some characteristics of clay skins on peds in the B horizon of a Gray Brown Podzolic soil. *Soil Sci. Soc. of Amer. Proc.*, 23: 239-241.
- Buol, S. W. y F. D. Hole, 1961. Clay skin genesis in Wisconsin soils. *Soil Sci. Soc. of Amer.*, 25: 377-379.

- Miedema, R. y S. Slager, 1972. Micromorphological quantification of clay illuviation. *J. of Soil Sci.*, 23: 309-314.
- Pazos, M. S. 1981. Micropedology and mineralogy of the sand fraction of some Mollisols of Argentina. M. Sc. thesis. I.T.C., State University of Ghent, Belgium. 125 pp.
- Scoppa, C. O. y M. S. Pazos. 1981. Caracterización integral y análisis pedogenético de Molisoles del borde sur de la Pampa Deprimida. R.I.A., INTA, Buenos Aires. XVI: 43- 92.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy. A basic systems for making and interpreting soil surveys. SCS-USDA, Agric. Handbook N° 436, Washington D.C., U.S.A. 754 pp.
- Stoops, G. 1978. Provisional notes on Micropedology. State University of Ghent, Belgium. Mimeo.