



Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA

29 MAR. 1990



✓4

**ESTUDIO DE UN VERTISOL
DE LA UNIDAD LA CAROLINA**

JULIO PONCE DE LEON - ABRAHAM KAPLAN

~~FACULTAD DE AGRONOMIA~~
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

BOLETIN DE INVESTIGACION N° 22

MONTEVIDEO

1989

URUGUAY

El 'Boletín de Investigación' es una publicación seriada que recoge los resultados de las investigaciones realizadas por el personal académico de la Facultad de Agronomía, una vez que ellos fueron revisados y aprobada su publicación por la Comisión de Publicaciones Científicas. Las solicitudes de adquisición y de intercambio con este Boletín debe dirigirse al Departamento de Documentación, Facultad de Agronomía, Garzón 780, Montevideo - URUGUAY.

Comisión de Publicaciones Científicas:

Martín Buxedas, Primavera Azaguirre, Carlos Bentancourt (profesores),

Pablo Fernández (estudiante),

Roberto Malfatti (profesional).

Alicia Torres (comunicadora rural),

Gustavo Uriarte (editor técnico).

Estudio de un vertisol de la Unidad La Carolina: I Morfología y caracterización / Julio Ponce de León y Abraham Kaplan. -- Montevideo : Facultad de Agronomía, 1989. -- 20 p. -- (Boletín de investigación; 22)

SUELOS - MORFOLOGIA

VERTISOLES

Ponce de León, Julio

Kaplan, Abraham, coautor

CDU 631.4

ESTUDIO DE UN VERTISOL DE LA UNIDAD LA CAROLINA

I. MORFOLOGIA Y CARACTERIZACION

JULIO PONCE DE LEON¹

y

ABRAHAM KAPLAN²

RESUMEN

En este trabajo se realizó la caracterización de un Vertisol Rúpico Típico L. Ac. (D. S. F. 1976). Típic Pelludent (Soil Taxonomy 1975), estudiando el microrrelieve de un área de 500 m², la morfología detallada del perfil en un corte de 9 m 20 cm de largo, las propiedades standard y la vegetación dominante.

El microrrelieve es de ondas y de los 500 m² estudiados, el 63% corresponde a microvalles (fases profundas) y el 37% son microcrestas (fases superficiales). Las diferencias de nivel más comunes entre microvalles y microcrestas van de 4 a 10 cm. Del estudio de la trinchera surge que el espesor del solum varía de 15 a 120 cm. Las fases superficiales coinciden con las microcrestas y tienen un ancho promedio de 1 m. Las fases profundas se encuentran en los microvalles y tienen un ancho promedio de 2 m. Entre ambas fases existen algunas zonas intermedias caracterizadas por lenguas de material madre y solum intercaladas, característica que tiene importancia en este Vertisol, el ancho promedio de estas fases es de 1 m a 1 m 60 cm. Al determinar la aptitud pastoril de estos suelos interesa la proporción del área ocupada por fases superficiales y profundas, dado que la vegetación de las primeras es mucho más rala y abierta.

En cuanto a los datos de caracterización, se destaca el alto contenido de materia orgánica (9,2% y 8,4%) en los horizontes superiores de la fase profunda y superficial, lo que diferencia estos Vertisoles con los de otras regiones del mundo con un bajo contenido de materia orgánica. La textura es arcillosa a arcillo limosa en todo el perfil; estas últimas características determinan que posea altos valores de capacidad de intercambio catiónico, algo mayor en los horizontes superiores (45 meq/100 gr de suelo).

Palabras clave: Vertisol, caracterización, morfología, microrrelieve.

Recibido el 24 de mayo, 1988

Aceptado el 10 de julio, 1989

1 Ing. Agr. Profesor Asistente de Edafología

2 Ing. Agr. Profesor Agregado de Edafología, Sub Jefe del Dpto. de Caracterización de Suelos (DSF, MGAP)

II. 3. ESTUDIO DE LA VEGETACION

Se realizó la caracterización de la vegetación de las microcrestas y microvalles por el método visual, en octubre de 1980.

II. 4. PROPIEDADES MORFOLOGICAS Y CARACTERIZACION

Para estudiar la morfología del suelo y realizar el muestreo para analizar las propiedades físicas y químicas, se abrió una trinchera en dirección perpendicular al microrrelieve de 9 m 20 cm de largo, 1 m 20 cm a 1 m 40 cm de ancho y la profundidad necesaria para alcanzar el material generador (máx. 1 m 40 cm). Se intentó abarcar 2 microcrestas y 2 microvalles que corresponden aproximadamente a 2 zonas de solum superficial (fase superficial) y 2 zonas de solum profundo (fase profunda). En la pared fresca de la trinchera se realizó una descripción del perfil c/20 cm en promedio, variando dicha distancia según propiedades morfológicas relevantes.

A los efectos de caracterizar el suelo se describió y muestreó por horizonte una fase profunda y una superficial.

Se determinó la textura por el método internacional modificado de Black (1965) cap. 43.

- pH potenciométrico en agua y KCl usando como relación suelo/agua 1/2.5.
- Fósforo (método Bray No.1)
- Materia orgánica Método de Walkley-Black, sin aplicación de calor exterior (Black 1965, cap. 40)
- Nitrógeno. Método de Kjeldahl, sin inclusión de nitratos (Black 1965 cap. 83)
- Capacidad de intercambio catiónico (a pH7). Determinación por percolación con acetato de amonio 1 N a pH 7 (Black, 1965 cap. 57) y por suma de Bases a pH del suelo.
- Na y K por fotometría de llama (Black 1965 cap. 71 y 72). Ca y Mg por absorción atómica.

$$- \% \text{ de saturación en bases} = \left(\frac{\text{Suma de Bases}}{\text{CIC a pH 7}} \right) \times 100$$

$$- \text{CIC de la fracción arcilla} = \left(\frac{\text{CIC del suelo a pH 7} - \text{K} (\% \text{MO})}{\text{arcilla } \%} \right) \times 100$$

K= constante que depende del tipo de Mat. Orgánica e indica su capacidad de intercambio. Se manejan valores de K variables según el gran Grupo de Suelo en base a investigación realizada por Vctora y Zamalvide 1972.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

III.1. ESTUDIO DEL MICRORRELIEVE

El microrrelieve Gilgai ha sido estudiado por varios autores Dudal (1967) Hallsworth y Beckman (1969), López Taborda (1967) y otros.

El suelo estudiado, Vertisol Rúptico Típico (Altamirano et al 1976), posee un microrrelieve en ondas caracterizado por microvalles y microcrestas que siguen irregularmente la dirección de máxima pendiente en las laderas, en las fotos aéreas se observan bandas claras que alternan con bandas oscuras (ver foto No.5).

La carta planialtimétrica resultante, con curvas de nivel cada 10 cm aparece en la fig. 1

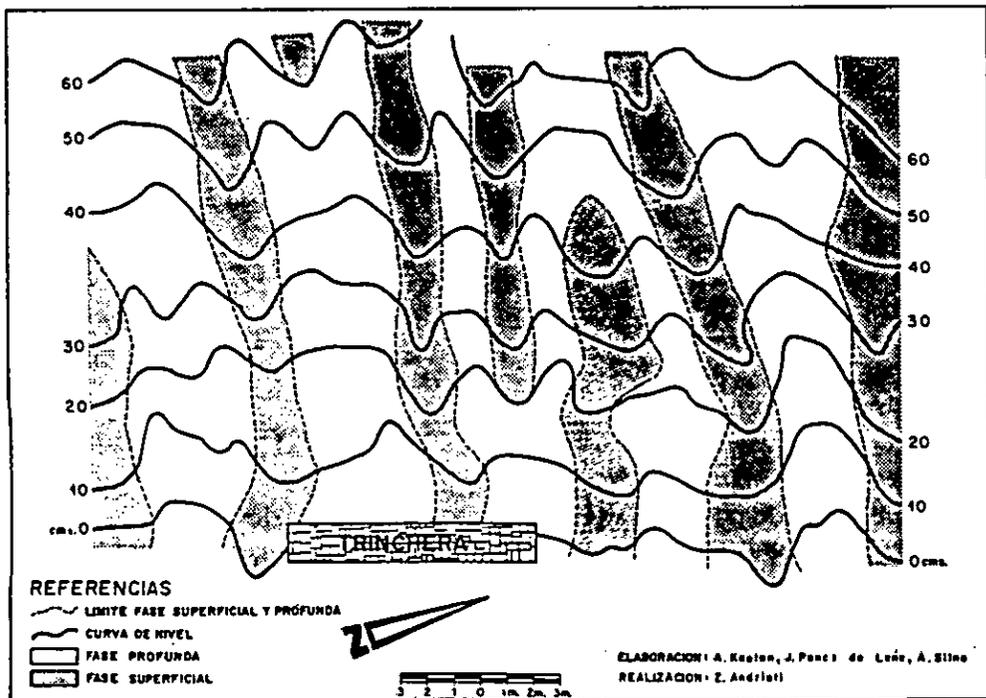


FIGURA No. 1 Carta planialtimétrica del microrrelieve de ondas

III. 3. PROPIEDADES MORFOLOGICAS

Del estudio y descripción morfológica de la trinchera surge que el espesor del Solum varía ampliamente desde 15 a 120 cm (ver fig. No. 2 y foto No. 1). Las zonas de Solum más delgadas coinciden con la parte superior de las microcrestas y se denominan (fase superficial). Las zonas de Solum más profundo, se encuentran dentro de los microvalles y se denominan (fase profunda).

Este carácter morfológico se denomina doble perfil (D. S. F. 1976).

Entre ambas fases existen zonas intermedias (fases intermedias) caracterizadas por lenguas de material madre y de Solum intercaladas. Este fenómeno es característico y tiene importancia en este Vertisol. Ya había sido observado y descrito por Puentes 1975 (com. pers) en Vertisoles de la misma zona.

Del estudio de la trinchera surge que la fase superficial neta tiene un ancho de 0,9 a 1 m., la fase profunda 2 a 2.1 m y las fases intermedias varían de 1 a 1m 60 cm , pudiendo alcanzar 2 m20 cm.

En los 9 m 20 cm estudiados, el ancho total de la fase profunda es de 3m20, el de las fases superficiales 1m20 e intermedias 4 m 80 cm.

Esta morfología del perfil, sería el resultado de fenómenos de expansión y contracción relacionado al alto contenido de arcillas expansivas que poseen estos suelos. Sin embargo este estudio no permite explicar la génesis de la morfología del mismo.

Buol et al 1973, dan una posible explicación a la ondulación de la superficie y formación del microrrelieve. Señalan que durante la estación seca el suelo se raja desde la superficie hasta 1 metro o más de profundidad. Cuando las rajaduras están abiertas, el material superficial cae en ellas. En el ciclo de rehumedecimiento las arcillas se hidratan y expanden, las rajaduras tienden a cerrarse y debido al material "extra" presente en la parte inferior del perfil, se producen presiones y deslizamientos entre agregados. Dicha expansión a su vez ondularía la superficie del suelo, formando el microrrelieve. Estos autores explicarían la presencia de una fase superficial y una profunda pero no alcanzan a explicar las fases intermedias, las que presentan lenguas y betas intercaladas lateralmente y no tienen una interpretación clara. Lo único que indican es que los movimientos laterales de material parecen ser un fenómeno más importante que lo asignado por distintos autores hasta el presente.

Otras características observadas resultantes de los fenómenos de expansión contracción fueron: grietas, caras de deslizamiento, automezclado y autogranulado. No se realizó un estudio sistemático del padrón de grietas, las mismas se determinaron por apreciación visual en la cara expuesta de la trinchera, después de un período seco de aproximadamente un mes.

Se observaron grietas, tanto en la fase superficial como en la profunda, de 2 a 3 cm de ancho y hasta 1 m de profundidad. En los horizontes superficiales no aparecían claramente y eran frecuentes y claras por debajo de los 50 cm.

Se observaron caras de deslizamiento muy abundantes y grandes en los horizontes profundos y material madre. Los ángulos más frecuentes observados en estos casos, estaban entre 40 y 60° con la vertical.

Los fenómenos de automezclado se detectaron principalmente en las zonas del material madre (Cca), ubicados por debajo del Solum. Consisten en betas negras, de estructura granular fina, generalmente de 1 a 2 cm de ancho, llegando a tener hasta 30 cm de longitud; son irregularmente verticales, a veces inclinadas ligeramente con relación a la vertical.

Todas estas características morfológicas, permiten concluir en 1er. término que en este tipo de suelos es importante el movimiento y automezclado de material.

En 2do., término, aparentemente estos suelos presentarían dos frentes de humedecimiento; después del período seco con las primeras lluvias, se humedece simultáneamente el horizonte superficial y los profundos por el agua que penetra por las grietas.

FASE SUPERFICIAL

0 - 15 cm A ₁	Negro (10 YR 2/1); arcillasa a arcilla limosa; muy plástica y pegajosa; bloques subangulares finos y granular gruesa, fuertes; transición gradual.
15 - 20(25)cm AC Ca	Pardo (10 YR 5/3) y gris muy oscura (10 YR 3/1); arcillosa a arcilla limosa; muy plástica y pegajoso; bloques subangulares finos y granular gruesa, fuertes; concreciones de CaCO ₃ , medianas, comunes friables y duras; reacción al HCl fuerte; transición gradual e irregular.
20(25) - 51 cm C ₁ Ca	Parda (10 YR 5/3) y (7.5 YR 5/2); arcillasa a arcilla limosa; muy plástica y pegajoso; bloques subangulares finos y medias, moderadas; caras de deslizamiento comunes; algunas nódulos negros 0.5 a 1 cm; concreciones de CaCO ₃ grandes, abundantes, friables; reacción al HCl muy fuerte; transición clara.
51 - 78 cm C ₂ Ca	Gris oscuro (10 YR 4/1), arcillosa; muy plástico y pegajoso, caras de deslizamiento abundantes; revestimientos (vetas) de color pardo (10 YR 5/3) comunes; concreciones de CaCO ₃ muy grandes, abundantes, friables; reacción al HCl muy fuerte; transición gradual.
78 + cm C ₃ Ca	Parda (10 YR 5/3) y (7.5 YR 5/2) con moteado pardo grisáceo (2.5 Y 5/2) mediano, poca, tenue; arcillosa con algunas gravillas y gravas; muy plástico y pegajosa; caras de deslizamiento abundantes; algunas vetas negras; concreciones de Fe Mn pequeñas, pocas, duras y de CaCO ₃ muy grandes, abundantes y friables; reacción al HCl muy fuerte.

A continuación, se presentan los datos analíticos correspondientes a la fase superficial y profunda, descritos anteriormente, realizados en los laboratorios de la Dirección de Suelos, MAP.

CUADRO No. 3
FASE PROFUNDA

Horizonte	A11-	A12-	A13-	A14- 1-	A14- 2-	A15	A-Cca -	Cca
Profund. (cm)	0 -20	20 -35	35 - 50	50 - 75	75 - 100	100(105) 106-(112)	106-(112) 120	120 +
pH En H ₂ O	6.3	6.7	7.0	7.2	7.6	8.1	8.4	8.3
En KCl	5.4	5.7	5.8	5.8	6.2	6.7	7.0	7.0
p Bray N° 1 ppm	6	3	2	2	2	2	2	1
Arena %	14.7	18.9	20.5	20.4	21.2	19.6	12.8	8.
Limo %	43.6	37.3	32.3	32.2	32.8	33.6	37.5	37.2
Arcilla %	41.7	43.8	47.2	47.7	46.0	46.8	49.7	53.9
Mat. Org. %	9.2	3.6	2.3	1.8	1.7	1.4	0.5	0.2
Carbono orgánico %	5.33	2.07	1.32	1.04	1.01	0.79	0.26	0.09
Nitrógeno Total %	0.46	0.21	0.16	0.13	0.12	0.11	0.04	0.04
Relación C/N	11.6	9.9	8.3	8.0	8.4	7.2	6.5	2.3
Ca(*)	35.0	36.4	37.6	35.0	36.6	38.0	36.1	34.7
Mg(*)	5.8	5.0	5.2	5.5	5.7	6.7	7.6	7.5
K	0.9	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.9
Na	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4
Bases totales	42.1	42.6	44.2	42.0	43.8	46.5	45.5	44.5
CIC pH 7 (**)	45.3	43.1	44.2	42.0	43.8	46.5	45.7	44.5
% Sat. pH 7 (**)	92.9	98.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Rel. Ca/Mg	6.0	7.3	7.2	6.4	6.4	5.7	4.8	4.6
CIC Arcilla (***)	64.5	82.1	84.0	81.0	87.6	93.5	90.1	82.0
Ca Ac NH ₄ menos Ca con KClIN	--	--	--	--	0.5	4.8	12.4	15.6

* - Ca y Mg extracción con KCl 1N.

** - CIC con ACNH₄ a pH 7 y por encima por suma de bases a pH del suelo.

*** - CIC con AcNH₄ a pH 7.

análisis
mecánico

Complejo de intercambio
mcq/100 gr

CUADRO No. 4
FASE SUPERFICIAL

Horizonte	A ₁	A-Cca	C ₁ Ca	C ₂ Ca	C ₃ Ca	
Profundidad (cm)	0 - 15	15(20) - 20(25)	20(25) - 51	51 - 78	78 +	
pH En H ₂ O	7.8	8.1	8.1	8.2	8.2	
En KCl	6.9	7.0	6.9	7.0	7.0	
P Bray N° 1 ppm	6	2	2	4	2	
análisis mecánico	Arena %	14.8	13.5	13.8	18.2	14.6
	Limo %	38.1	39.6	39.2	34.7	37.8
	Arcilla %	47.1	46.9	47.0	47.1	47.6
	Mat. orgánica %	8.4	2.6	1.0	0.7	0.4
Carbono org. %	4.89	1.48	0.56	0.43	0.20	
Nitrógeno total %	0.42	0.16	0.08	0.05	0.05	
Relación C/N	11.6	9.3	7.0	8.6	4.0	
Complejo de intercambio meq/100 gr	Ca (*)	42.8	40.1	37.4	32.9	36.9
	Mg (*)	1.2	1.3	1.5	2.1	3.9
	K	1.0	0.9	0.8	0.6	0.7
	Na	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6
	Bases Tot.	45.5	42.8	40.2	36.3	42.1
	CIC pH 7 (**)	45.5	42.8	40.2	36.3	42.1
	% Sat. pH 7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Rel. Ca/Mg	35.7	30.8	24.9	15.7	9.5
	CIC Arcilla	61.2	74.0	74.2	64.8	79.6
	Ca con ACNH ₄ me- nos Ca con KCl 1N	18.5	18.5	16.9	17.0	17.1

* - Extracción con KCl 1N a pH del suelo.

** - por suma de bases a pH del suelo.

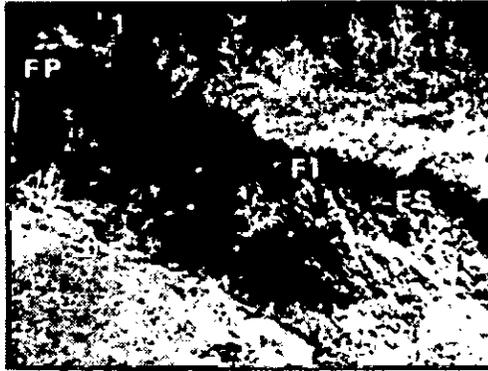


FOTO N° 1 Vista general del corte donde aparece la fase profunda (FP), fase intermedia (FI), fase superficial (FS); además se observa una pastura más densa y oscura sobre la fase profunda (1) y una pastura más rala y de color más claro sobre la fase superficial (2)



FOTO N° 2
Fase profunda

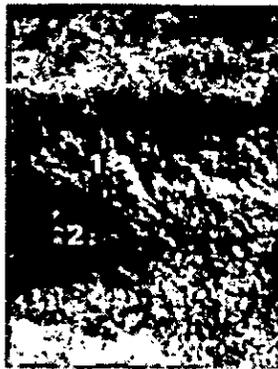


FOTO N° 3 Fase intermedia, con vetas de material madre (1) y material oscuro intercaladas.

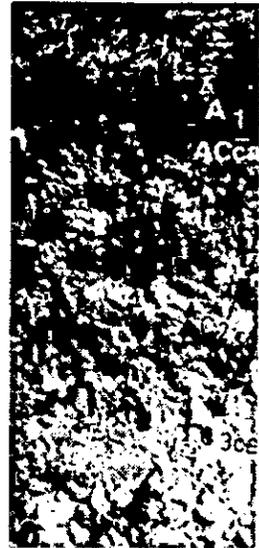


FOTO N° 4
Fase superficial



FOTO N° 5 Ampliación de la foto aérea y ubicación del área estudiada.

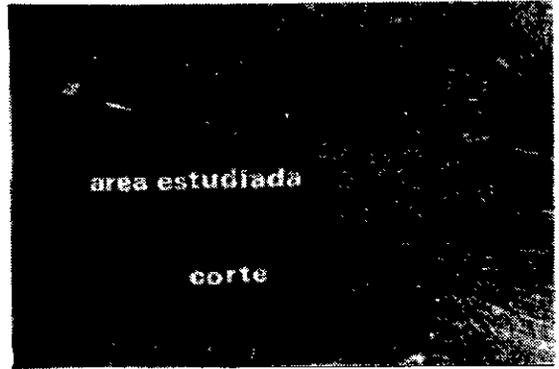


FOTO N° 6 Detalle de la estructura y crecimiento radicular de la patura natural.

De los datos analíticos expuestos, los resultados más importantes se comentan a continuación y la representación gráfica aparece en la fig. 3.

TEXTURA

La textura es arcillosa a arcillo limosa en todo el perfil, tanto en la fase superficial como en la profunda. Los horizontes superficiales de la fase profunda presentan contenidos de arcilla menores que el A1 de la fase superficial.

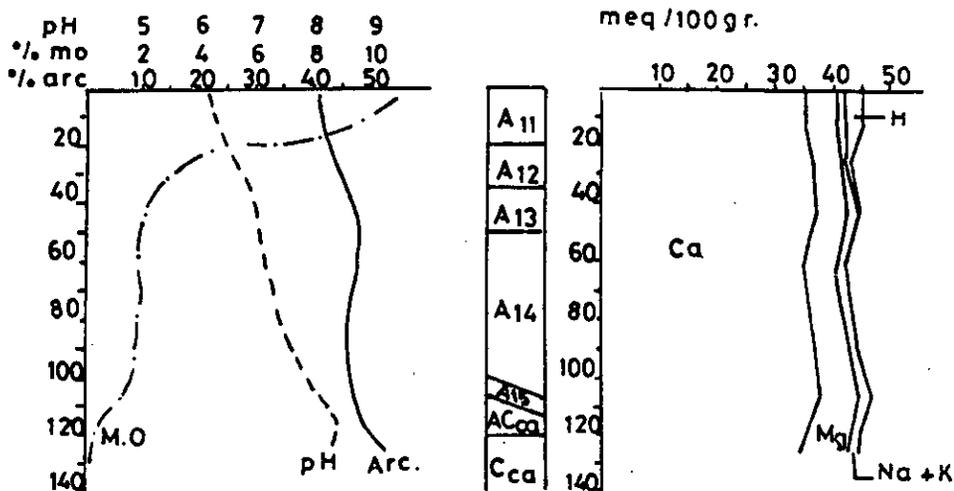
Hallsworth y Beckman (1969) en Australia obtuvieron similares tendencias. Por otra parte en la fase profunda, aumenta el porcentaje de arcilla en forma irregular en los horizontes inferiores, pero la relación B/A no alcanza a 1,2 valor requerido para definir un horizonte argilúvico (DSF 1976).

Durán (1985) estudiando 28 perfiles de vertisoles señala que en la mayoría de los perfiles estudiados, existe un incremento apreciable de la arcilla en profundidad, incluso suficiente en muchos casos para definir la existencia de un horizonte argilúvico en la fase profunda.

pH

Los valores de pH en la fase profunda aumentan con la profundidad desde 6.3 y llegan a 8.3-8.4 en la Cca. En la fase superficial, al tener carbonatos libres, los pH son mayores en superficie 7,8 para el A1 y 8.2 para los subhorizontes del Cca.

FASE PROFUNDA



FASE SUPERFICIAL

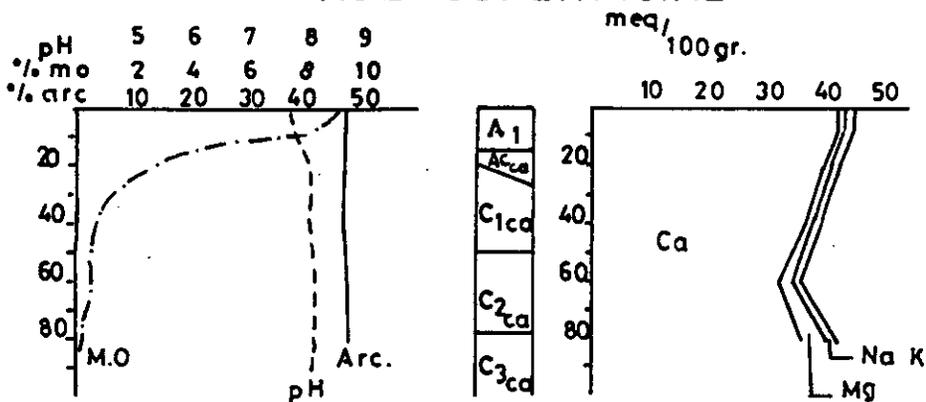


FIGURA No. 3 Representación gráfica de los datos de caracterización.

COMPLEJO DE INTERCAMBIO

La CIC del suelo es elevada y es más alta en los horizontes superficiales, con valores similares para la fase superficial y profunda (45 meq/100 gr aprox.)

El porcentaje de saturación en bases a pH 7 es 90 en el horizonte superior de la fase profunda y se hace 100 ya en el A₁₃.

En la fase superficial el complejo está saturado y hay carbonatos libres.

En cuanto a las bases intercambiables, el Ca es el catión dominante y constituye el 80% de las mismas en la fase profunda y más del 90% en la fase superficial.

La relación Ca/Mg varía entre 6 y 7 en la fase profunda, con tendencia a disminuir en los horizontes más profundos. En la fase superficial dicha relación es muy elevada en los horizontes superficiales (más de 30 a 1) y disminuye mucho hacia el material madre.

El nivel de potasio varía entre 0.5 y 0.9 meq/100gr. y el nivel de sodio intercambiable es de 0.4 a 0.5 meq/100 gr. para los horizontes superiores de ambas fases, aumentando en la fase profunda hasta 1.4 meq/100 gr.

MATERIA ORGANICA

Este suelo presenta tenores muy altos de materia orgánica, siendo mayor en el horizonte A1 de la fase profunda (9.19%) que en el A₁ de la fase superficial (8.43%). Según Durán (1985) los Vertisoles son los suelos más ricos en humus del país, exceptuando los suelos hidromórficos turbosos y semiturbosos. Señala que el nivel de materia orgánica varía entre 5 y 10% aunque en algunos Vertisoles puede ser de aprox. 3.5% siendo este último caso, suelos con uso agrícola prolongada.

En la fase profunda el contenido de materia orgánica disminuye en forma más gradual en el perfil.

Este alto contenido de materia orgánica es un rasgo típico de los Vertisoles de Uruguay (en suelos vírgenes) y difiere de los Vertisoles de otras regiones del mundo, donde según Dudal (1967) los tenores de materia orgánica son normalmente bajos.

IV. CONCLUSIONES

El microrrelieve es de ondas y del estudio surge que de los 500 m² estudiados, el 63% corresponde a microrrelieves. (F. profundas) con un ancho promedio de 4 metros y el 37% son microcrestas (F. superficiales) con un ancho promedio de 2 metros.

Las microcrestas presentan una forma convexa homogénea, mientras que los microvalles presentan irregularidades. Las diferencias de nivel más comunes entre microvalles y microcrestas son entre 4 y 10 cm.

Del estudio de la trinchera de 9 m²⁰ surge que el espesor del Solum varía de 15 a 120 cm. Las zonas de Solum delgado coincide con la parte superior de los microcrestas (F. superficiales) y tienen un ancho aproximado de 1 mt.

Las zonas de Solum más profundo, se encuentran en los microvalles (F. profunda) con un ancho aproximado de 2 metros. Entre ambas fases existen zonas intermedias caracterizadas por lenguas de material madre y solum intercaladas. Este fenómeno es característico y tiene importancia en este Vertisol.

El ancho promedio de las fases intermedias es de 1 m a 1 m 60cm. En los 9 m 20 cm estudiados, el ancho total de las fases profundas es de 3m²⁰, el de fases superficiales 1 m 20 cm y el de intermedias 4 m⁸⁰ cm.

Esta morfología es el resultado de la expansión y contracción de estos suelos, obviamente relacionado con el alto contenido de arcillas expansivas. Las otras propiedades determinadas cualitativamente, consecuencia de estos fenómenos son: rajaduras, caras de deslizamiento, automezclado y autogranulado.

La vegetación dominante en la fase profunda, en el momento del relevamiento, era espartillo (*Stipa charruana*), carqueja (*Bacharis trímera*), cardilla (*Eryngium horridum*) como estrato alto del tapiz; también prosperan las pasturas cortas y finas como gramillón (*Setnotaphrum secundatum*), *Axonopus compresus* y *Paspalum dilatatum*. En la fase superficial se nota un tapiz ralo donde predominan gramíneas más ordinarias y dicotiledóneas enanas. Por lo anterior se destaca la importancia de las variaciones de proporción entre ambas fases en determinar la aptitud pastoril de los Vertisoles Rúpticos.

Desde el punto de vista de la génesis del perfil, las fases intermedias (lenguas), indicarían que la caída de material por las rajaduras si bien puede ser importante en una primer fase de evolución de estos suelos, es evidente que en el momento actual pasan a ser más importantes las inyecciones laterales de material. De todos modos esto no pasa de ser una teoría y requeriría investigaciones posteriores.

Del punto de vista del uso de estos suelos, en el Uruguay se consideran clase de capacidad de uso II (tierras aptas para todo tipo de cultivos) y se encuentran dentro de los principales suelos agrícolas del país. Sin embargo en otros países se consideran suelos no agrícolas (Ej: Entre Ríos, Durán, com pers).

Considerados como suelos aptos para agricultura presentan una serie de incógnitas sobre su comportamiento a investigar, algunas de las cuales se refieren al deterioro de sus propiedades físicas en el laboreo, aspectos estos que se analizan en posteriores trabajos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Daniel Formoso por realizar la caracterización de la vegetación.

V. BIBLIOGRAFIA

- (1) BLACK, C. A. *Methods of soil analysis*. Madison WI, ASA, 1965. 2v.
- (2) BUOL, S. W. HOLE, F.D. and Mc. CRACKEN, R. J. *Soil Genesis and classification*. Iowa State University Press, 1977. 360 p.
- (3) CAPURRO, M y PONCE DE LEON, R. *Caracterización física de suelos representativos del área Granjera Sur*. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía, 1980, 130 p.
- (4) DURAN, A. *Los suelos del Uruguay*. Editorial Hemisferio Sur, 1985. 398 p.
- (5) DURAN, A. y ALAGGIAP. *Estudio Semidetallado de Suelos del Establecimiento Las Palmas 10°*. Sección Judicial del Departamento de Florida (no publicado) 1979.
- (6) HALLSWORTH y BECKMAN. *Gilgai in the Quaternary*. *Soil Science* 107(6): 409-420. 1969.
- (7) LOPEZ TABORDA, O. *Un Vertisol typique de l'Uruguay la série Tala*. *Science du Soil* 1967(2) pp 97-108.
- (8) PONCE DE LEON, J. *Caracterización de un Vertisol de la Unidad La Carolina I, Propiedades físicas*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1981, 244 p.
- (9) ROSSIGNOL, J. *Etude de quelques sols développés sur Basaltic dans le Nord de l'Uruguay. Essai de caracterization du Lessivage en milieu Vertique*. These. Laboratoire de Science su soil de l'Ensa INRA (Rermes) et de l'enith (Angers) 1981. 255 p.
- (10) SGANGA, J y TERZAGHI, A. *Características físicas de los principales suelos agrícolas de Canelones-Montevideo. Parte II. Agua disponible del suelo*. Uruguay. Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos, Boletín Técnico No. 8. 1982. 46 p.
- (11) SOIL TAXONOMY. *A. Basic Sistem of Soil Classification for making and Interpreting Soil Surveys*. Soil Conservation Service U. S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No.436, 1975, 754 pp.
- (12) URUGUAY *Dirección de Suelos y Fertilizantes, Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay*, Montevideo, 1976. v 1 y v 3.
- (13) VICTORICA, C y ZAMALVIDE, J. P. *Contribución de la materia orgánica a la capacidad de intercambio catiónico en distintos suelos del Uruguay*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía, 1972. 25 p.