

CARACTERIZACIÓN DE UNA SECUENCIA DE SUELOS FERRALÍTICOS
DEL SUR DE LA HABANA, CUBA

CARACTÉRISATION D'UNE SÉQUENCE DES SOLS FERRALLITIQUES
DU SUD DE LA HAVANE, CUBA

E. CAMACHO, D. BOSCH y J.M. PÉREZ JIMÉNEZ

RESUMEN

Se realiza la caracterización de los suelos de una secuencia tomada en la llanura Cársica del Sur de La Habana, en esta se toma en consideración los suelos transicionales. Se constata que a medida que se acentúan los procesos de compactación e hidromorfía, se producen variaciones importantes en las propiedades químico mineralógicas de los suelos, constituyendo el factor microrelieve un elemento esencial en la distribución de los suelos Ferralíticos de las regiones cársicas.

RÉSUMÉ

La caractérisation des sols d'une séquence de la plaine karstique du Sud de la Havane a été réalisée en mettant l'accent sur les sols de transition. On constate que d'importantes variations des propriétés chimiques et minéralogiques des sols se produisent parallèlement à l'accroissement de la compaction et de l'hydromorphie.

Le facteur microrelief constitue ainsi un élément essentiel de la distribution des sols ferrallitiques des régions karstiques.

1. INTRODUCCIÓN

La llanura cársica del Sur de La Habana constituye una de las regiones geográficas de Cuba más representativa en cuanto a la distribución y desarrollo de los suelos Ferralíticos. En esta región el desarrollo del curso en sus diferentes manifestaciones así como el tipo y calidad de las calizas que sirven de sustrato a los suelos constituye uno de los factores formadores esenciales que influye en la diferenciación morfopedogenética de los suelos.

Los estudios de suelos realizados en esta llanura por Cancho *et al.* (1978); Cancho (1980, 1981) y Bosch, (1981), han demostrado que en la distribución de los suelos ferralíticos de esta región influye fundamentalmente el relieve y la permeabilidad del material sustentador, si estos dos factores los consideramos a una escala más pequeña, constatamos que el desarrollo de los procesos cársicos (dolinas, depresiones cársicas, etc.), y sus consecuencias sobre el microrelieve crean las condiciones propicias para la manifestación diferenciada del régimen hídrico de los suelos, estando por tanto estrechamente relacionada la distribución de los suelos con las variaciones del microrelieve (Cancho, 1985).

En este trabajo se exponen las características de los suelos de una secuencia, donde se evidencia la influencia de las variaciones del microrelieve sobre la morfología y propiedades de los suelos que la integran.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación y características de la secuencia estudiada.

Para nuestro trabajo seleccionamos una secuencia de suelos Ferralíticos en la zona de Alquizar, región que pertenece a la llanura Sur de La Habana.

En esta región las precipitaciones alcanzan 1980 mm anuales, son superiores al promedio que cae en el resto de la llanura que alcanza de 1 440 a 1 600 mm anuales. Como puede observarse en la Fig. 1, el mayor porcentaje de las precipitaciones caen en el período de mayo-octubre, alcanzando sus máximos en los meses de mayo-junio y el mes de octubre. En el período menos lluvioso (noviembre-abril) es significativo la disminución de las lluvias en el mes de marzo y específicamente en diciembre donde se produce una disminución muy brusca de las precipitaciones catalogándose para esta región un mes seco.

La temperatura presenta una media anual de 24,8°C, muy similar a la media de este parámetro para el resto de la llanura.

La secuencia se ubica en una ondulación del relieve cuya pendiente es inferior a un grado, constituyendo estas microdepressiones del relieve cársico uno de los elementos esenciales en la distribución de los suelos ferralíticos. Esta está conformada por siete perfiles correspondientes a los siguientes subtipos:

- S-1 Ferralítico Rojo típico.
- S-2 Transición Ferralítico Rojo típico-Ferralítico Rojo compactado.
- S-3 Ferralítico Rojo compactado.
- S-4 Transición Ferralítico Rojo compactado-Ferralítico Rojo hidratado.
- S-5 Ferralítico Rojo hidratado.
- S-6 Transición Ferralítico Rojo hidratado-Ferralítico Amarillo concrecionario.
- S-7 Ferralítico Amarillo concrecionario.

En la secuencia (Fig. 2), se pone de manifiesto a partir del perfil S-1 al S-7, la incidencia del proceso de compactación que provoca el empobrecimiento de las propiedades hidrofísicas de los suelos, lo

cual determina la manifestación de la hidromorfía en los perfiles ubi-
cados en las partes bajas de la hondonada.

2.2 Métodos utilizados.

Las determinaciones de pH, capacidad de intercambio catiónico, bases
cambiables, materia orgánica, hierro total y libre, se realizaron por
los métodos tradicionales empleados en el Instituto de Suelos de la
Academia de Ciencias de Cuba.

En el fraccionamiento de la materia orgánica se utilizó el méto-
do de Konnova Bolshicova (1966).

La identificación de los minerales arcillosos del suelo y las for-
mas cristalizadas del hierro se realizó a través de rayos X.

3. RESUMEN Y DISCUSIÓN

3.1 Morfología de los suelos.

Lo esencial de las características morfológicas está reagrupado en la
Tabla 1.

La variación del color de los perfiles de la secuencia está estre-
chamente relacionada con el comportamiento hídrico de los suelos, pu-
diéndose hacer la diferenciación siguiente:

Los suelos de la parte superior de la secuencia (perfiles S-1, S-2
y S-3), presentan en el horizonte B un color rojo a rojo oscuro con
muy poca variación vertical. La diferenciación con el horizonte A es
poco manifiesta.

En los perfiles S-2 y S-3 las manchas provocadas por la reducción
del drenaje interno adquieren tonalidades de rojo-amarillentas a amari-
llo-rojizo, localizadas fundamentalmente en la base del horizonte B.

En los suelos del resto de la secuencia (perfiles S-4, S-5, S-6 y
S-7), las variaciones del color son más manifiestas, predominando las
tonalidades rojo-amarillentas que pasan progresivamente al amarillo-ro-
jizo y amarillo en el último eslabón de la secuencia. En estos, la ma-
nifestación de la hidromorfía es más acentuada, la cual se traduce en
la presencia de un mayor número de manchas que toman un color rojo-ama-
rillento, amarillo-rojizo y gris, las cuales resaltan aún más las va-
riaciones verticales del color en los mismos.

Las manchas se localizan en la superficie de los agregados y adquieren una forma reticulada siguiendo las líneas del drenaje vertical en el perfil.

La textura de los suelos se caracteriza por el predominio de las fracciones finas, dentro de esta fracción la arcilla adquiere valores que varían entre un 75 y 90%.

La estructura de los suelos en el horizonte superior por los efectos de las labores es de tipo cúbica grande a media; pero poco desarrollada. En el horizonte B, a excepción del suelo Ferralítico Rojo típico que presenta una estructura maciforme a través de todo el perfil, se constata la formación de una estructura de tipo poliédrica bien desarrollada de mediana a grande que caracteriza al resto de los miembros de la secuencia. Esta estructura por lo general está conformada por una sub-estructura de tipo poliédrica fina de agregados muy angulosos.

Es característico en esta estructura de tipo poliédrica el aspecto brillante que adquiere la superficie de los agregados que la componen.

A medida que la desecación del suelo avanza se va formando una estructura de bloques grandes de tipo prismática con una sub-estructura poliédrica, esta se hace más manifiesta en los perfiles de las partes más bajas de la secuencia.

La consistencia apreciada en el terreno, muestra que la friabilidad que se observa en el suelo Ferralítico Rojo típico, está se pierde y se incrementa la compactación en el resto de los perfiles. La porosidad sigue esta manifestación, pasando del suelo muy poroso a medianamente poroso en el resto de los perfiles.

Lo significativo en estos suelos la gran microporosidad que caracterizan los elementos estructurales, en estos se observa una reducción a partir del S-1 de la porosidad intrapédica, manteniéndose casi a niveles similares la porosidad intrapédica.

En la distribución del sistema radicular existe una diferenciación muy marcada, en el caso del suelo Ferralítico Rojo típico, estas tienen una mayor penetración en el perfil pero se concentran fundamentalmente en los primeros 30 cm. En el resto de los perfiles hay una penetración muy pobre del sistema radicular, concentrándose principalmente en los

primeros 20 cm de profundidad.

En la Fig. 3 se aprecia la distribución vertical y lateral de los horizontes afectados por la compactación y la hidromorfía.

En todos los perfiles se observa que la compactación provocada por los efectos del laboreo del suelo comienza a manifestarse a partir de los 20 cm; sin embargo aquí se pone de manifiesto los dos fenómenos que inciden en este proceso, o sea el efecto de las labores como se aprecia en el suelo Ferralítico Rojo típico (S-1), donde solamente incide este fenómeno en la profundidad de 20-30 cm, y el proceso relacionado con la microorganización interna del suelo que provoca el desarrollo progresivo de la compactación hasta profundidades que afectan todo el perfil.

La compactación provoca una reducción del drenaje interno del suelo y por consecuencia induce la manifestación de la hidromorfía, la cual comienza a reflejarse en la base del horizonte B del perfil S-2 y avanza progresivamente alcanzando la parte media y superior de los perfiles ubicados en la parte más baja de la secuencia.

La hidromorfía se traduce en la aparición dentro del horizonte rojo de volúmenes de tonalidades rojo-amarillentas a amarillo-rojizas hasta su último grado de evolución que lo constituye el perfil S-7 de color amarillo con pequeños volúmenes rojos (pedoreliquias) localizados en el horizonte B.

De esto se infiere que la transformación del horizonte rojo está muy estrechamente relacionada con el comportamiento del régimen hídrico del suelo.

3.2 Contenido y distribución de la materia orgánica.

El contenido de materia orgánica de los suelos fluctúa en los horizontes superiores de 3,5 a 4,5% (Fig. 4). Sus mayores valores se observan en los primeros 30 cm, lo cual está condicionado a los aportes que se producen por el sistema radicular del cultivo establecido.

En cuanto a la distribución de la materia orgánica se pueden resaltar los siguientes aspectos:

- el suelo Ferralítico Rojo típico (S-1), presenta una distribución que lo diferencia notablemente del resto de los perfiles. Esta po-

netra en profundidad, sus valores descienden progresivamente y alcanza a más de un metro contenidos próximos al 1%.

- a medida que el proceso de compactación comienza a manifestarse, este tiene sus consecuencias en la distribución de la materia orgánica. Esto se observa en el perfil S-2, donde a pesar de presentar una distribución similar a la del suelo típico, sus contenidos son inferiores y se produce una reducción importante a partir de los 20 cm.

- en el subtipo compactado (S-3), se observa una penetración muy pobre de la materia orgánica, produciéndose una disminución muy brusca con respecto a los horizontes superiores.

- el suelo transicional (S-4) entre el subtipo compactado e hidratado, presenta una distribución que lo diferencia notablemente de los perfiles anteriores. En este, el empeoramiento de las propiedades físicas provoca la manifestación de la hidromorfía, la cual se refleja a partir de los 30 cm; esto conduce a la acumulación de la materia orgánica en la superficie, su penetración en el perfil es muy limitada, en este ocurre un descenso brusco a partir de los 25 cm donde se observan contenidos inferiores al 1%.

- en los perfiles S-5, S-6 y S-7, es común el predominio de un régimen hídrico más húmedo; en estos la materia orgánica aportada por el cultivo, tiende a acumularse en los primeros horizontes, produciéndose a partir de estos una disminución muy brusca.

La compactación y la hidromorfía ejercen su influencia sobre el proceso de humificación de los restos orgánicos. En los suelos de esta secuencia se constata que hay un predominio total de los ácidos fúlvicos sobre los húmicos; sin embargo, si partimos de los suelos típicos, observamos que estos presentan una composición más equilibrada, pues a medida que se manifiesta con mayor intensidad la hidromorfía son los ácidos fúlvicos los que prevalecen. Este, determina que la relación H/F decrezca desde los suelos típicos hasta el Ferralítico amarillo, donde se alcanzan valores en la superficie inferiores a 0,4.

En la Fig. 5, se observa la diferenciación de los suelos en cuanto a la distribución de los ácidos húmicos. De acuerdo con esto los suelos se pueden agrupar en tres grupos:

• los Ferralíticos Rojos típicos, en los cuales los ácidos húmicos presentan una mayor penetración en el perfil.

• los perfiles S-2, S-3 y S-4, los cuales están afectados por la compactación e hidromorfía, existe muy poca penetración de los ácidos húmicos en profundidad.

• en los suelos más afectados por la hidromorfía (S-5, S-6 y S-7), estos se acumulan en los primeros 10 cm, existiendo muy poca movilidad de los mismos en el perfil.

La distribución de los ácidos fúlvicos (Fig. 6), presenta rasgos diferenciados entre los diferentes subtipos de suelos.

En los Ferralíticos Rojo típico se aprecia una acumulación bien definida a los 20-40 cm, esto lo diferencia de los perfiles S-2, S-3 y S-4, los cuales presentan una distribución bastante similar y en ellos es común la disminución progresiva con la profundidad.

En el caso de los suelos ubicados en la parte más baja de la secuencia (S-5, S-6 y S-7), es característico la acumulación de los ácidos fúlvicos en los primeros horizontes (0-25 cm), produciéndose posteriormente una disminución progresiva con la profundidad.

3.3 Características físico-químicas del complejo absorbente.

3.3.1 El pH.

En la Fig. 7, se representa la variación vertical del pH de los suelos de la secuencia, de esta se puede sintetizar los aspectos siguientes:

- en todos los perfiles el pH es de ácido a ligeramente ácido, alcanzando los valores mínimos en superficie.
- el pH máximo en los suelos, a diferencia con otros suelos Ferralíticos (Chauvol, 1977), se alcanza en el horizonte B, siendo una tendencia general para los suelos Ferralíticos cubanos formados sobre caliza su incremento con la profundidad.

De forma general, este comportamiento de la reacción del suelo, está muy relacionada con la distribución de la materia orgánica y sus componentes, la cual se acumula fundamentalmente en los horizontes superiores del perfil.

3.3.2 Capacidad de intercambio catiónico.

Es conocido que a los coloides orgánicos y minerales se les atribuye la función esencial en la aptitud que tienen los suelos para retener los cationes cambiablos, por lo cual al analizar este parámetro es necesario considerarlo en su forma integral.

En la Fig. 8, se brinda la variación vertical de la capacidad de intercambio catiónico, en relación con el contenido de arcilla y la materia orgánica; observándose en estas características y tendencias comunes:

- Para todos los suelos es común el alto contenido que alcanza la fracción arcilla en el perfil, teniendo como rasgo común el incremento de la misma con la profundidad.

- La composición mineralógica de estos suelos, está representada por minerales arcillosos de tipo 1:1, en el perfil S-1 hay presencia de Fire-clay asociada a la notahaloisita, la notahaloisita deviene el minoral arcilloso predominante en el resto de los perfiles de la secuencia.

- La capacidad de intercambio catiónico en la parte media superior de los perfiles tiende a aumentar desde el S-1 al S-7, adquiriendo valores que varían desde 15-18,5 me/100g de suelo.

La variación vertical de la capacidad de intercambio catiónica en el suelo Ferralítico Rojo típico se diferencia sensiblemente del resto de los perfiles; en este caso la C.C.C. presenta una disminución progresiva con la profundidad siguiendo la misma distribución de la materia orgánica. En esto se aprecia que a pesar de que existe un incremento de la fracción arcilla con la profundidad, la C.C.C. para este tipo de suelo está fuertemente ligada a los tenores de materia orgánica.

En el resto de los perfiles de la secuencia, es común una disminución fuerte de la C.C.C. en la profundidad de 30-45 cm, coincidiendo con la caída brusca de los contenidos de materia orgánica, a partir de esta profundidad esta tiende a aumentar existiendo así una relación con el incremento de la fracción arcilla en los horizontes más profundos.

3.3.3 Cationes absorbidos.

En los suelos Ferralíticos de esta secuencia, al igual que en los suelos de esta naturaleza de la llanura cárbica del Sur de La Habana, es característico el predominio del calcio en el complejo de adsorción, seguido en orden de importancia por el magnesio; el calcio por lo general representa más del 70% de las bases de cambio.

En la Fig. 9, se observa la variación vertical del calcio en los diferentes perfiles de la secuencia, para todos es característico la mayor concentración del mismo en la parte media superior del perfil, lo cual está interrelacionado con los aportes producidos por la descomposición de los restos orgánicos y la ascensión capilar en el perfil. El perfil S-7 que ocupa la posición más baja, presenta los contenidos más elevados de calcio, pudiendo estar relacionado con la acumulación provocada por el drenaje lateral.

El magnesio presenta una distribución similar al calcio, aunque sus contenidos son inferiores.

3.4 Constitución mineralógica de los suelos.

Los suelos Ferralíticos de esta secuencia presentan una composición mineralógica bastante simple, estando caracterizada por la presencia de minerales arcillosos de tipo 1:1 y la acumulación relativa de los sesquióxidos de hierro y aluminio.

En la Tabla 2, aparece resumida la mineralogía secundaria de estos suelos, en esta se constata que en el suelo Ferralítico Rojo típico cuyas propiedades hidrofísicas son excelentes se presenta la asociación Fero-clay-Metahalosita asociada a la presencia de gibbsite; es significativo que a medida que las propiedades físicas o hidrofísicas del suelo se empeoran la composición mineralógica de las arcillas cambia, pasando a ser predominante la metahalosita, la cual se asocia a trazas de gibbsite.

El contenido de hierro total en los suelos varía de 15,2 a 20,0%, existiendo muy poca variación en los elementos de la secuencia; sin embargo las variaciones verticales son más notables, pues coinciden con las acumulaciones de concreciones en el horizonte B.

El hierro libre en los suelos varía de 13,7 a 18,5%, observándose - se el mayor contenido en el suelo típico. Esto en general, representa del 78 al 95% del hierro total del suelo, caracterizándose por el predominio de las formas cristalizadas.

El contenido de hierro amorfo es bajo, esto representa 0,20 a 2,40% obteniéndose un aumento de estas formas del hierro en los suelos que ocupan la parte más baja de la secuencia.

En estos suelos, las formas cristalizadas del hierro que predominan son la hematita y la goethita. En los perfiles, S-1 y S-2, la asociación hematita-goethita se mantiene constante a través del perfil (Camacho et al. 1990); sin embargo, en el resto de los perfiles a medida que el régimen hídrico del suelo es más húmedo existe una transformación de las formas cristalizadas del hierro en favor de la goethita, la cual deviene más importante, adquiriendo el suelo la coloración amarilla.

4. CONCLUSIONES

La caracterización de los suelos de esta secuencia revela que existe una gran similitud en las propiedades químico-mineralógicas de los suelos de la misma, debiéndose las variaciones morfológicas observadas a la interacción de los factores pedogénéticos que actuando sobre el mismo material determinan el desarrollo de los diferentes subtipos.

Se confirma a través de la caracterización de los suelos estudiados la influencia que tiene el microrelieve como factor esencial en la distribución de los suelos Ferralíticos de regiones cásicas.

REFERENCIAS

- BOSCH, D. (1981): Les sols des plaines karstiques de la région occidentale de Cuba: Etude d'une plaine quasi-formée située dans la zone de Catalina de Guines et particulièrement des sols Ferrallitiques jaunes. Tesis para el Doctorado de Tercer Ciclo. Univ. Dijon, OMSOM, Paris, 159 pp.
- CHAUVEL, A. (1977): Recherches sur la transformation des sols Ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Travaux et Document de L'OMSOM. 62:532 pp.
- CAMACHO, E., BOSCH, D. y PAULÍN, J. R. (1978): Diferenciación de los suelos de una catena de una región ferralítica. Cien. Agricultura, Acad. Cien. Cuba, 2:77-88.
- (1980): Etude des sols des plaines karstiques de la région occidentale de Cuba. Etude d'une zone ouverte Sur la mer située entre San Nicolas de Bari et Guanajay et particulièrement des sols ferrallitiques compacto. Tesis para el Doctorado de Tercer Ciclo. Univ. Dijon, OMSOM, Paris, 143 pp.
- (1981): Distribución de los suelos en la llanura cársica del Sur de la provincia Habana. En resúmenes del III Seminario Científico del INCA.
- CAMACHO, E., BOSCH, D. y HUIZ, J. (1980): Contenido y formas del hierro en los suelos Ferralíticos Rojos de Cuba. Cien. Agricultura, Acad. Cien. Cuba, 5:73-87.
- CAMACHO, E., MARTÍNEZ, R. y BOSCH, D. (1985): Contenido y distribución de la materia orgánica en una secuencia de suelos Ferralíticos del Sur de la Habana. En Memoria XX Aniversario del Inst. de Suelos de la Academia de Ciencias de Cuba.
- KONONOVA, M. M. (1966): Soil organic matter. Ed. Pergamon, Press, Oxford, 430 pp.

FIGURAS

FIGURES

T Media = 24,8°
 Precip. anual =>1980 mm

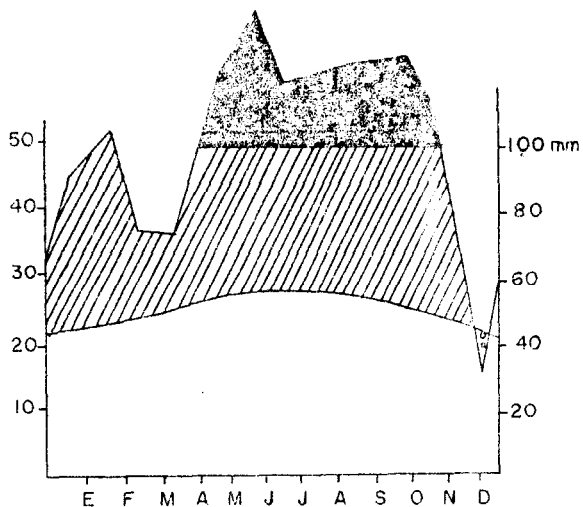


Fig. 1 : Diagrama ombrotérmico
 Fig. 1 : Diagramme ombrothermique

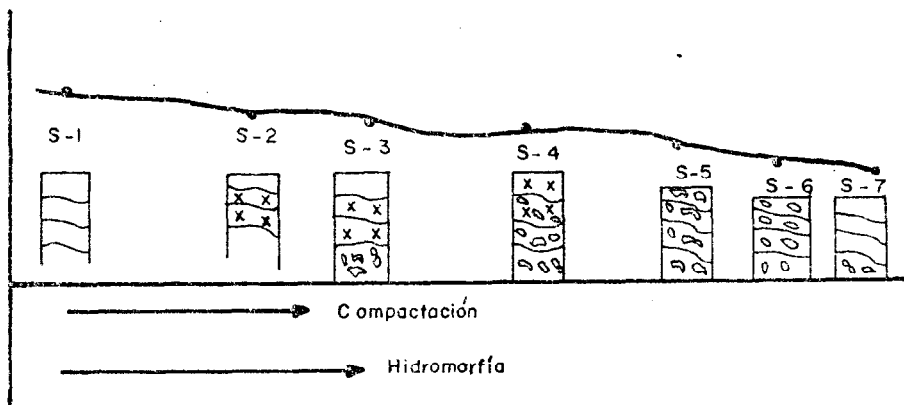


Fig. 2 : Ubicación de los suelos estudiados
 Fig. 2 : Emplacement des sols étudiés

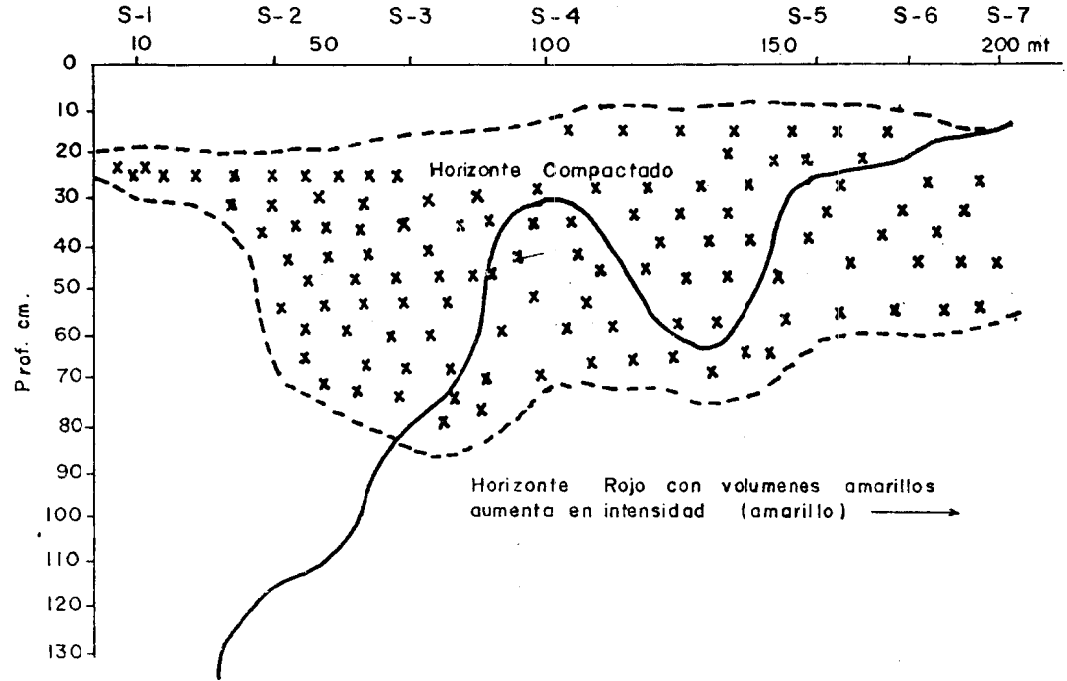


Fig. 3 : Variación espacial de los principales horizontes

Fig. 3 : Variation spatiale des principaux horizons

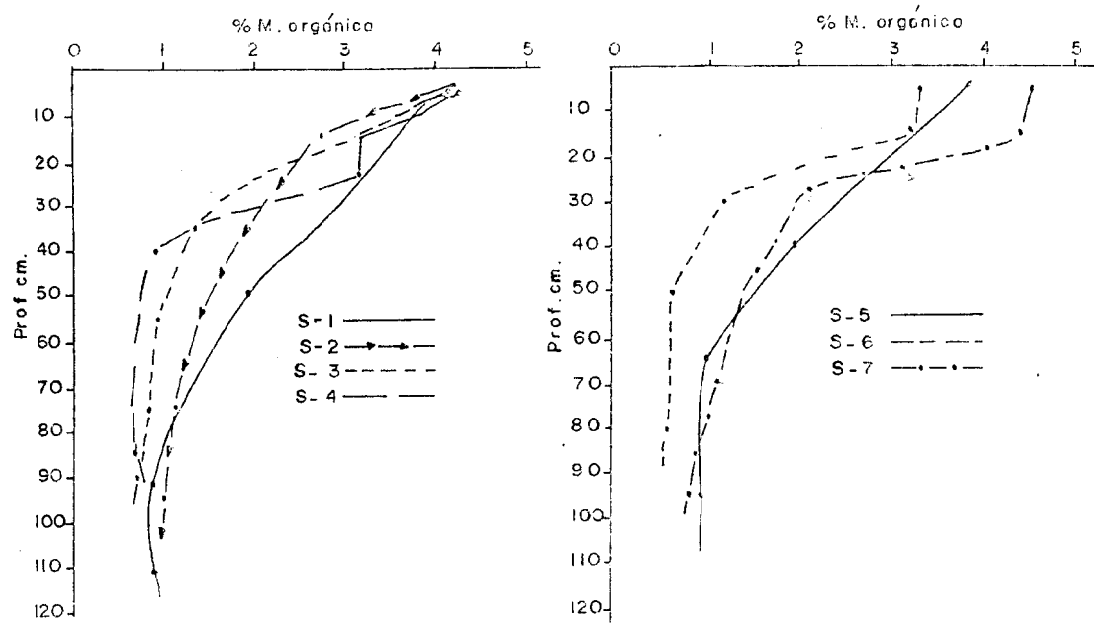


Fig. 4 : Distribución de la materia orgánica en los suelos de la secuencia
 Fig. 4 : Répartition de la matière organique dans les sols de la séquence

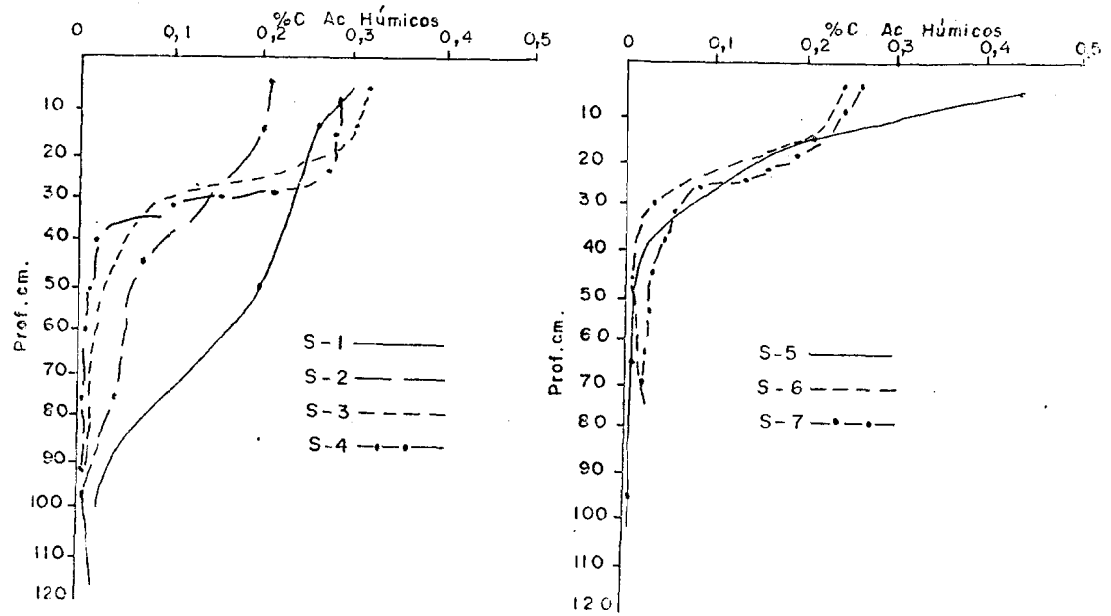


Fig. 5 : Distribución de los ácidos húmicos en los suelos de la secuencia
 Fig. 5 : Répartition des acides humiques dans les sols de la séquence

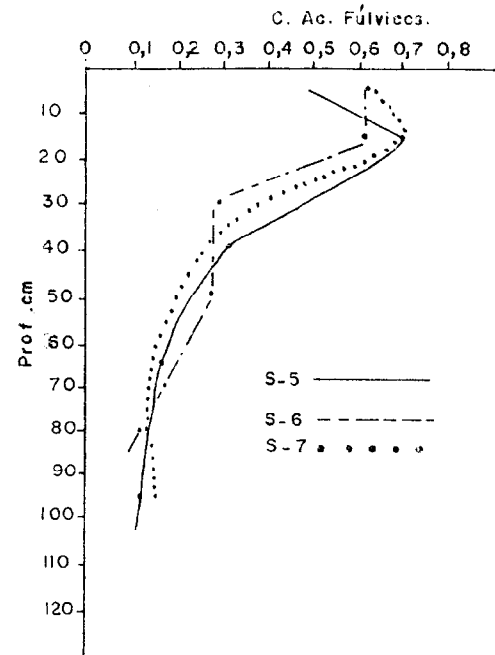
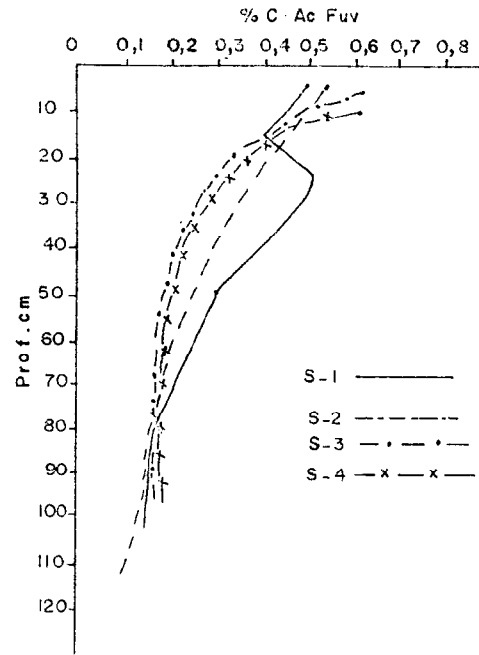


Fig. 6 : Distribución de los ácidos fúlvicos en los suelos de la secuencia

Fig. 6 : Répartition des acides fulviques dans les sols de la séquence

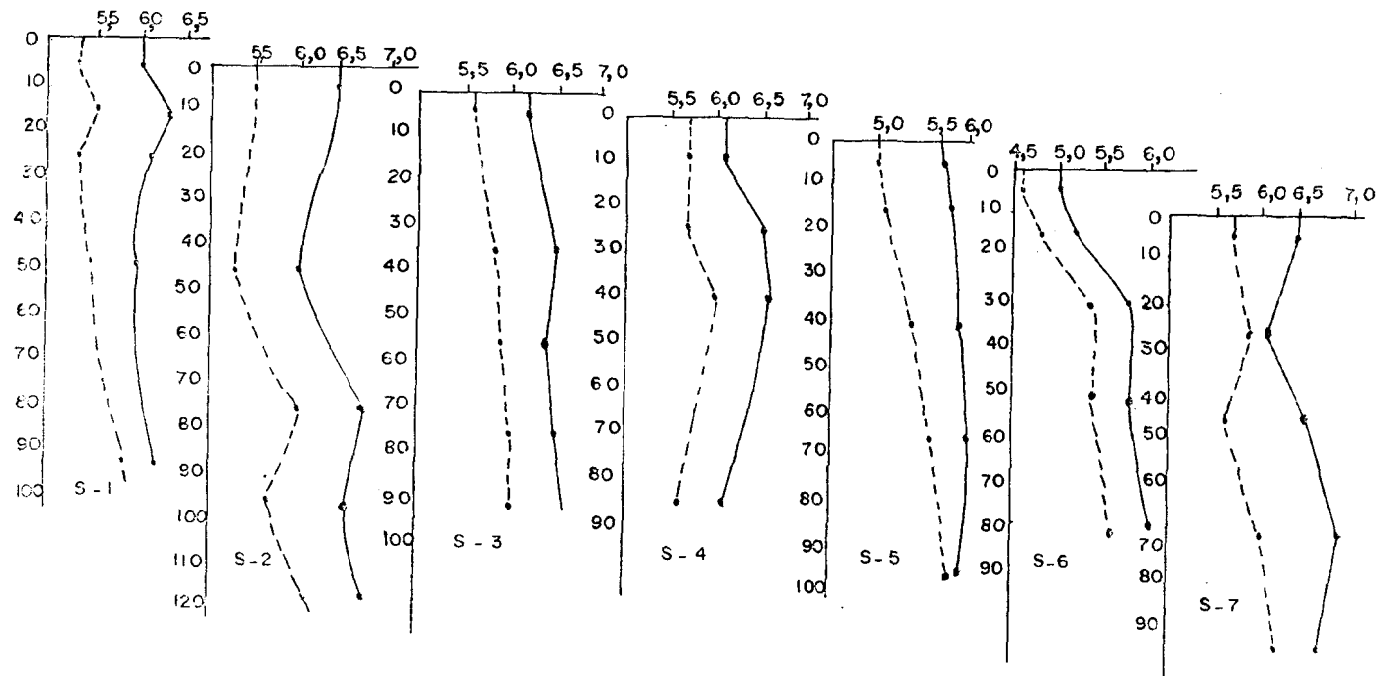


Fig. 7 : Variación del pH en la secuencia de suelos ferralíticos

— pH en H₂O

- - - pH KCl

Fig. 7 : Variation du pH dans la séquence de sols ferrallitiques

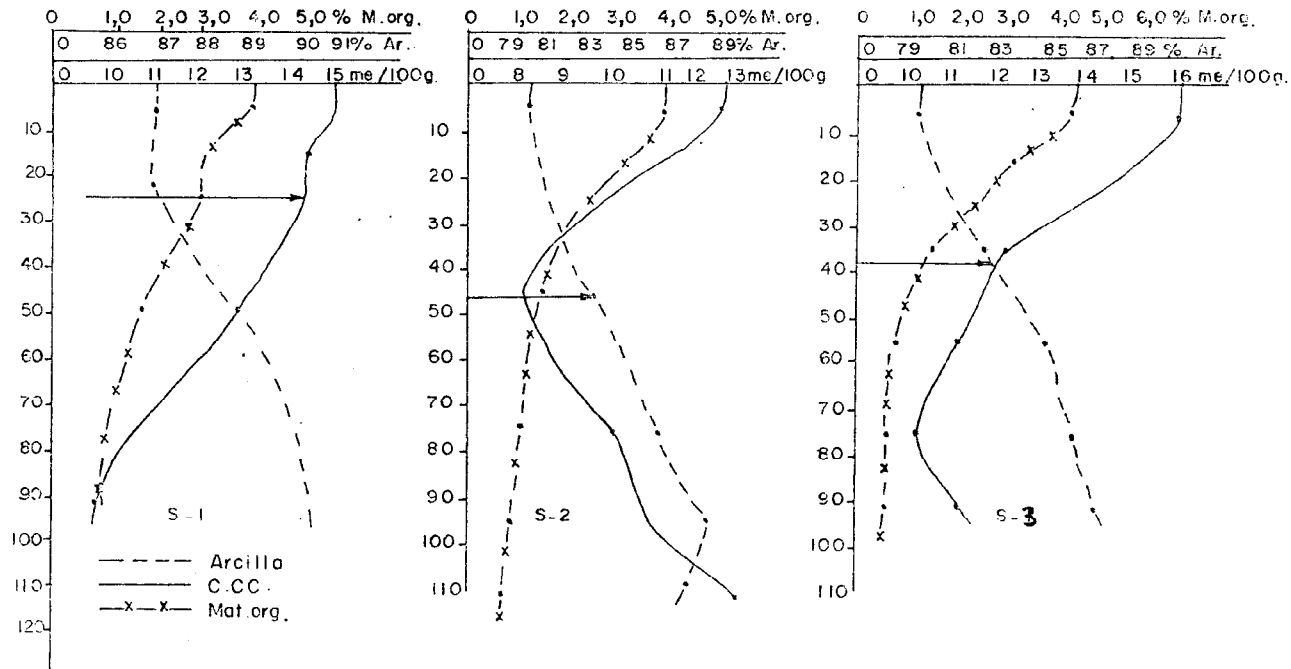


Fig. 8 : Variación vertical de la C.C.C. en relación con los contenidos de materia orgánica y arcilla

Fig. 8 : Variation verticale de la C.C.C. par rapport aux teneurs en matière organique et en argile

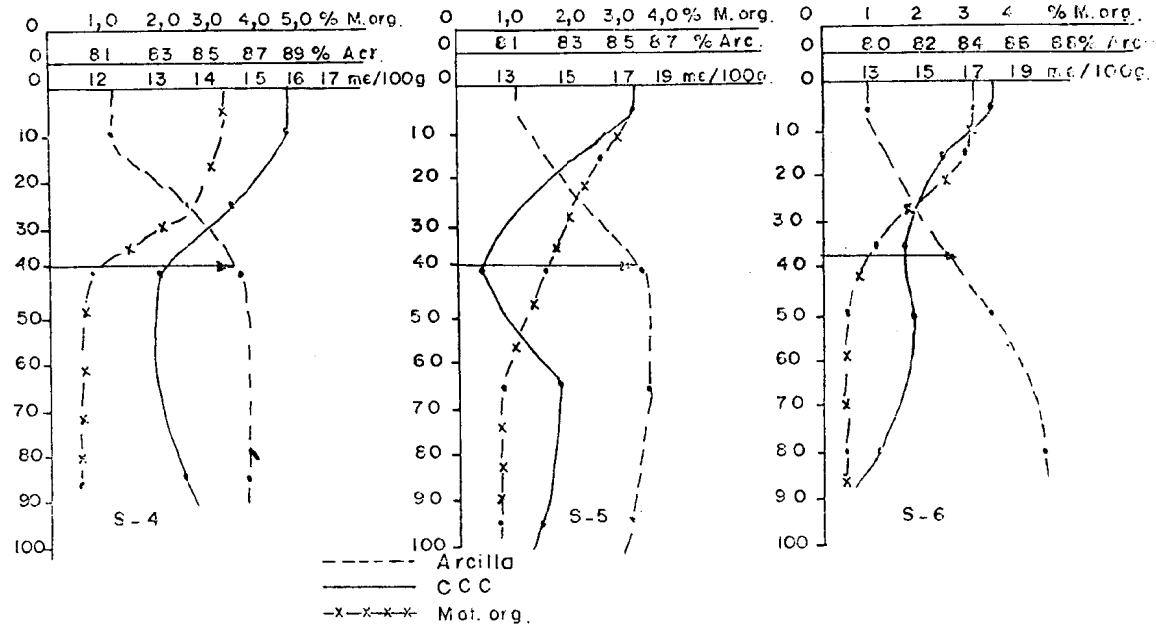


fig. 8 : suite

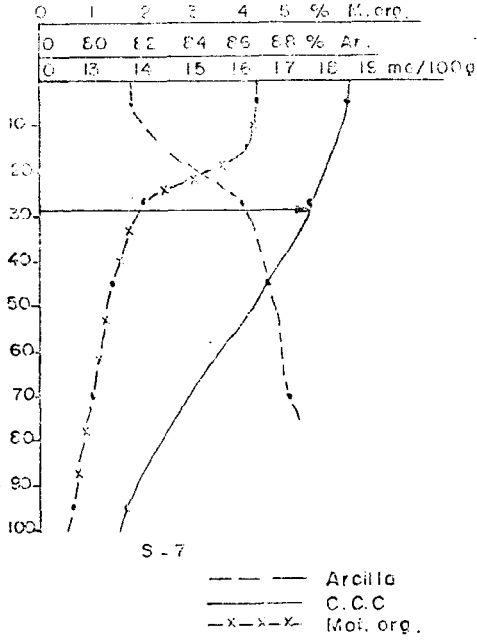


Fig. 8 : suite

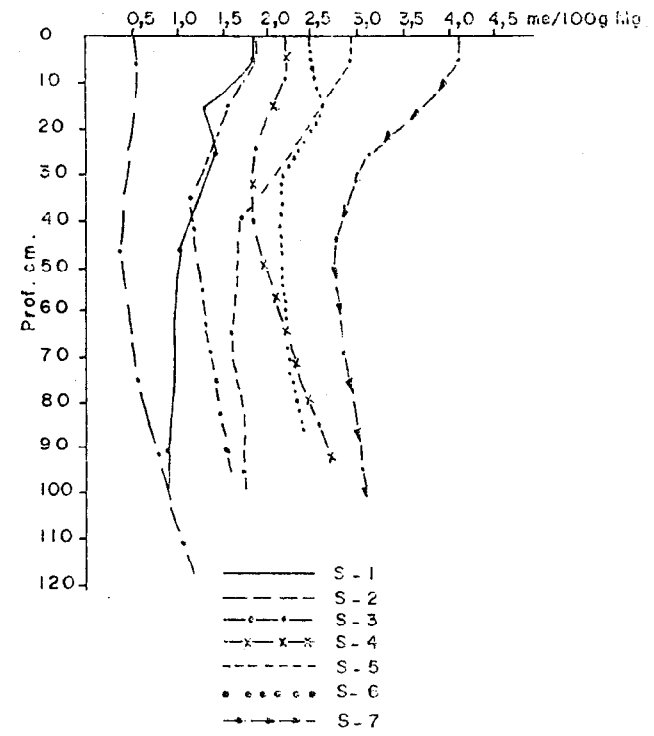
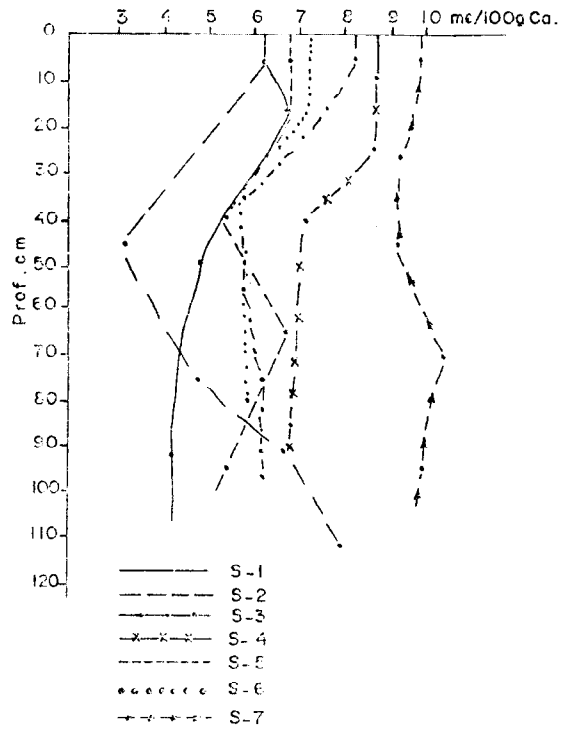


Fig. 9 : Variación vertical del calcio y magnesio en los diferentes perfiles

Fig. 9 : Variation verticale du calcium et du magnésium dans les différents profils

TABLAS

TABLEAUX

No Perf	Hor	Prof. cm	Color		Manchas	Concreciones	Textura	Estructura	Consistencia	Porosidad	Raíces	Transición	Observaciones.
			Humedo	Mancho									
S-1	Ap	0-15	2,5yR 4/8	—	0	+	A	Cu. M.	F.	•••	— — —	Gr.	
	B ₁	15-30	2,5yR 4/6	—	0	+	A	N. M.	F.	•••	— —	Gr.	
	B _{2cn}	30-69	2,5yR 4/6	—	0	++	A	N. p.	F.	•••	— —	Gr.	
	B _{2lcn}	69-115	2,5yR 4/6	—	0	+++	A	N. p.	F.	•••	—	Gr.	
S-2	Ap	0-30	2,5yR 4/8	—	0	+	A	Cu. M.	C. L.	••	— —	reg.	Presencia de agregados arcillosos endurecidos
	B ₁	30-54	2,5yR 4/6	—	0	++	A	NM. PM.	M.C.	••	— —	Gr.	
	B ₂	54-82	10 R 4/6	—	0	++	A	PM. Pp.	C.	••	—	reg.	Aspecto brillante sobre los agregados.
	B _{2l}	82-114	2,5yR 4/8	—	0	+	A	P. p.	F.	••	0	Irreg-Ne	
	BC(g)	114-126	2,5yR 4/8	5yR 5/8	++	—	A	Nodef.	MF.	••	0	—	
S-3	Ap	0-23	2,5yR 5/6	—	0	+	A	Cu. G.	C. L.	••	— —	reg.	Presencia de agregados arcillosos endurecidos.
	B ₁	23-46	2,5yR 4/6	—	0	++	A	P. M.	M. C.	••	—	reg.	
	B _{2m}	46-68	2,5yR 4/8	—	0	++	A	PM- Pp.	C.	••	0	Gr.	
	B _{2l}	68-82	5yR 4/8	7,5yR 5/8	++	+	A	P. p.	M. C.	••	0	reg.	Manchas se localizan en la base del horizonte y situados sobre la superficie de los agregos.
	BC(g)	82-107	2,5yR 4/8	7,5yR 5/6	+++	—	A	P. p.	C. L.	••	0	—	
S-4	Ap	0-18	2,5yR 4/6	—	0	+	A	N. M.	F.	•••	— —	reg.	Presencia de agregados con característicos laminar
	B ₁ (g)	18-30	2,5yR 4/8	2,5yR 5/8	++	+	A	N. M.	F. L.	••	—	reg.	
	B ₂ (g)	30-57	2,5yR 5/8	5yR 5/8	++	+	A	N. M.	Plast.	••	0	Irreg-Ne	
	B _{2l} (g)	57-104	2,5yR 5/8	7,5yR 5/8	+++	+	A	P. p.	plast.	••	0	—	Las manchas forman un raticulo, siguiendo las lineas de drenaje.

LEYENDA.

A= Arcilloso, O= no tiene, (+) raras, (++) algunas, (+++) numerosas, Cu= cubica., N= nuciforme, P= poliédrica., G= grande., M= mediana., p= pequeña., No def= No definida., F= friable., C= compacto., Plast= plastico., d= debilmente., Med= medicamen., ••• poroso., •• medianamente poroso., • poco porosa., — abundantes., — presentes., — raras., CL= ligeramente compacto., MC= medianamente compacto., Irreg=irregular, reg=regular., Grad= gradual., Ne= Neto.

Tab. 1 : Principales características morfológicas de los suelos

No Perfil	Hor	Prof cm	Color		Manchas	Concreciones %	Textura	Estructura	Consistencia	Porosidad	Raíces	Transición	Observaciones.
			Humedo	Manchas									
S-5	Ap	0 - 22	5yR 4/6	—	0	+	A	Cu.M.	F.L.	••	— —	Na. irreg-Na. reg. reg. —	Presencia de agregados de arcilla endurecidos. Las manchas tienen un aspecto reticular y se localizan en la superficie de los agregados.
	AB	22 - 30	5yR 5/6	—	0	+	A	Cu.G.	Plast.	••	—		
	B ₂ (g)	30 - 51	5yR 4/6	7,5yR 5/8	++	++	A	P.M.	Plast.	••	0		
	B ₂ (g)	51 - 88	2,5yR 4/8	7,5yR 5/8	++	+	A	P.M.	Plast.	••	0		
	B ₂₂ (g)	88 - 111	2,5yR 4/8	5yR 6/1	+++	+	A	P.p.	Plast.	•	0		
S-6	Ap	0 - 22	7,5yR 4/4	—	0	+	A	Cu.M.	F.L.	••	— —	reg.	Las manchas amarillas tienen una distribución reticulada. 1
	AB(g)	22 - 39	2,5yR 4/8	7,5yR 5/8	+++	+	A	P.M.	Plast.	••	—	grad.	
	B ₂ (g)	39 - 69	2,5yR 4/8	7,5yR 5/8	+++	+	A	P.p.	Plast.	••	0	reg.	
	B ₂₁ (g)	69 - 106	2,5yR 4/8	7,5yR 5/8 7,5yR 6/2	+++	+	A	No def.	Plast.	••	0	—	
S-7	Ap	0 - 20	7,5yR 4/4	—	0	+	A	Cu.M.	F.	•••	— —	reg.	Agregados arcilloso enducidos de color más oscuro. Presenta aspecto brillante sobre los agregados. Agran número de agtupaciones de concreciones blandas.
	AB	20 - 35	10yR 5/8	—	0	++	A	P.G.	C.L.	••	— —	reg.	
	B ₂ (g)cn	35 - 62	10yR 5/8	5yR 5/8	++	+++	A	P.G.	C.L.	••	—	reg.	
	B ₂ (g)	62 - 82	7,5yR 6/8	2,5yR 4/6	++ ±	+	A	P.G.	C.L.	••	0	reg.	
	B ₂₂ (g)	82 - 106	7,5yR 5/8	2,5yR 4/5	+++	++	A	No def.	Plast.	••	0	—	

Tab. 1 : continuación

Mineral Arcilloso	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7
Meta halosisita		+++	+++	+++	+++	+++	+++
Fire-clay		++	++				
Fire-clay-Metahalosisita	+++						
Gibbsita	++	++	++	+	+	+	+
Montita	*** ↓	*** ↓	*** ↑	*** ↑	*** ↑	** ↓	* ↓
Goethita	* ↓	* ↓	* ↓	** ↓	** ↓	*** ↓	*** ↓
+++ predominante	*** abundante			↓ constante a través del perfil			
++ presente	** poca			↑ disminuye con la profundidad			
+ traza	* traza			↓ aumenta con la profundidad			

Tab. 2 : Constitución mineralógica de los suelos de la secuencia