

## MICROMORFOLOGIA Y GENESIS DE DOS SUELOS DE LA ZONA ALTA DEL ESTADO LARA

Jesús Guédez M.\* y Reina Pérez de Roberti \*

### RESUMEN

Se realizó una caracterización micromorfológica de 2 perfiles de suelos (Ustic Haplohumults y Ustollic Paleargids) de la zona papera del estado Lara, utilizando técnicas de observación de láminas delgadas con el microscopio petrográfico. El estudio de láminas delgadas permitió establecer como características micromorfológicas más importantes, el desarrollo de fábricas de suelo estriadas y la presencia de rasgos muy marcados de iluviación de arcillas. En algunos horizontes, estos rasgos están en vías de integración al plasma. Los procesos pedogénéticos más importantes que han ocurrido en estos suelos son: melanización, principalmente en los horizontes superficiales; transformación de minerales primarios en plasma; translocación de arcillas, manifestada por la presencia de cutanes típicos y saturanes en los horizontes Bt; pedoturbación, manifestada por la destrucción de cutanes y saturanes.

**Palabras claves:** Micromorfología, cutanes, pedogénesis.

### SUMMARY

#### **Micromorphology and genesis of two soils in the highlands of Lara state, Venezuela.**

Two soils of the mountain area of Lara state, under potato cultivation were studied from the micromorphological point of view, in order to characterize the most resaltant pedological features and to give some indication about their pedogenesis. Thin section of the majors horizon were prepared and described according to the "Handbook for soil thin section description". The more important micromorphological characteristics were: striated b-fabric and cutans, hipocutans and infillings of clay minerals. In some horizons those features are integrating to the plasma.

**Key words:** Micromorphology, cutans, soil genesis.

### INTRODUCCION

La zona alta del estado Lara representa un área muy importante en el contexto agrícola nacional, principalmente en lo que se refiere a la producción de hortalizas, de papas y de café. En esta zona se han efectuado trabajos de investigación enfocados básicamente hacia aspectos macromorfológicos de los suelos (Guédez y Pérez de R., 1983; Comerma et al, 1978; Gómez y Rodríguez, 1986; Rodríguez, 1977 y 1982). Sin embargo, sobre los aspectos micromorfológicos existe poca información disponible (Rodríguez y Guédez, 1985).

En función de lo anterior, se llevó a cabo la siguiente investigación con el propósito de caracterizar micromorfológicamente estos suelos y

generar información que sea de utilidad práctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia del suelo.

### MATERIALES Y METODOS

#### **Procedimiento de campo.**

Se seleccionaron 2 perfiles de suelos, previamente estudiados por Guédez y Pérez de R. (1983), atendiendo a criterios climáticos y litológicos. El perfil 1, clasificado como Ustic Haplohumults, arcilloso, mixto, isotérmico (Tropohumults, en la versión anterior de la Taxonomía) está ubicado a 13 Km de Cubiro, vía Las Lomas, bajo un clima subhúmedo; se desarrolló a partir de filitas silíceas de la Formación Volcancito. El perfil 2 fue clasificado como

\* Profesores. Departamento de suelos, Decanato de Agronomía, UCLA. Apartado 400, Barquisimeto, Venezuela.

Ustollic Paleargid, arcilloso muy fino, mixto, isohipertérmico; está ubicado en la cooperativa Alianza-Palo Verde en el municipio Andrés Eloy Blanco, bajo un clima actual semiárido y se desarrolló sobre lutitas silíceas de la Formación Morán. Ambos suelos son arcillosos, ácidos, con moderada a alta saturación de aluminio, moderada a baja capacidad de intercambio catiónico, horizontes argílicos bien desarrollados y con contactos líticos antes de los 150 cm de profundidad. Los suelos fueron descritos y se tomaron muestras sin disturbar, de la mayoría de los horizontes del perfil.

#### **Análisis micromorfológico de suelos**

Bloques de las muestras no disturbadas fueron secadas e impregnadas con una serie de resinas experimentales, no comerciales, para preparar las secciones delgadas utilizadas en este estudio. Una vez endurecida la muestra fue montada en una lámina de vidrio de 7 x 5 cm, cortada con una sierra de diamante y rebajada con carborundum hasta obtener un espesor en la lámina de alrededor de 30  $\mu\text{m}$ , según metodología recomendada por Stoops (1974). Las láminas fueron descritas utilizando un microscopio petrográfico siguiendo la metodología propuesta en el "Handbook for soil thin section description" (Bullock et al., 1985). El patrón de distribución relacionado entre la fracción gruesa y la fracción fina, así como la selección del valor límite entre la fracción gruesa y fracción fina (g/f) se establecieron para cada horizonte de acuerdo a la metodología recomendada por Stoops y Jongerius (1975). La identificación de los minerales de las muestras se realizó a través del estudio de sus propiedades ópticas, según la metodología publicada por De Paepe (1975).

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Aspectos micromorfológicos más resaltantes.**

#### **Perfil 1**

En base a la descripción de este suelo, puede señalarse que en el mismo han actuado una serie de procesos pedogenéticos que han dejado una huella distintiva en su micromorfología. La fracción gruesa mineral está formada principalmente por granos resistentes al intemperismo como el cuarzo, feldespatos y micas blancas. El cuarzo se encuentra muy alterado, con líneas de corrosión en su superficie. No fue posible precisar el tipo de

material presente en estas microfisuras superficiales del grano. Sin embargo, son muy similares a los "runiquartz" mencionados por Eswaran y Baños (1976). Los feldespatos y las micas se encuentran muy intemperizados, al punto de que algunos sólo se observan como "fantasmas", al haber perdido gran parte de sus características mineralógicas. Por otra parte, se observa una disminución en el tamaño de los granos hacia la superficie del suelo, indicando una mayor intensidad del intemperismo en los horizontes superiores (Stoops y Buol, 1985).

El plasma está compuesto de arcilla, teñida con óxidos de hierro y sustancias húmicas, que en los horizontes superiores tienden a enmascarar la birrefringencia de los minerales arcillosos (peptización del plasma por compuestos húmicos). Aún cuando la apariencia moteada del plasma persiste en todo el perfil, la birrefringencia se manifiesta más claramente en los horizontes inferiores, evidenciando fábricas-b del tipo estriada. La abundancia de plasma, en parte heredado del material parental (filitas) y parcialmente neoforado por la intemperización de los minerales primarios presentes (micas, feldespatos), originan patrones de distribución relacionado del tipo porfirítico doblemente espaciado (Fotografía 1) en donde los granos minerales se encuentran embebidos en el material fino.

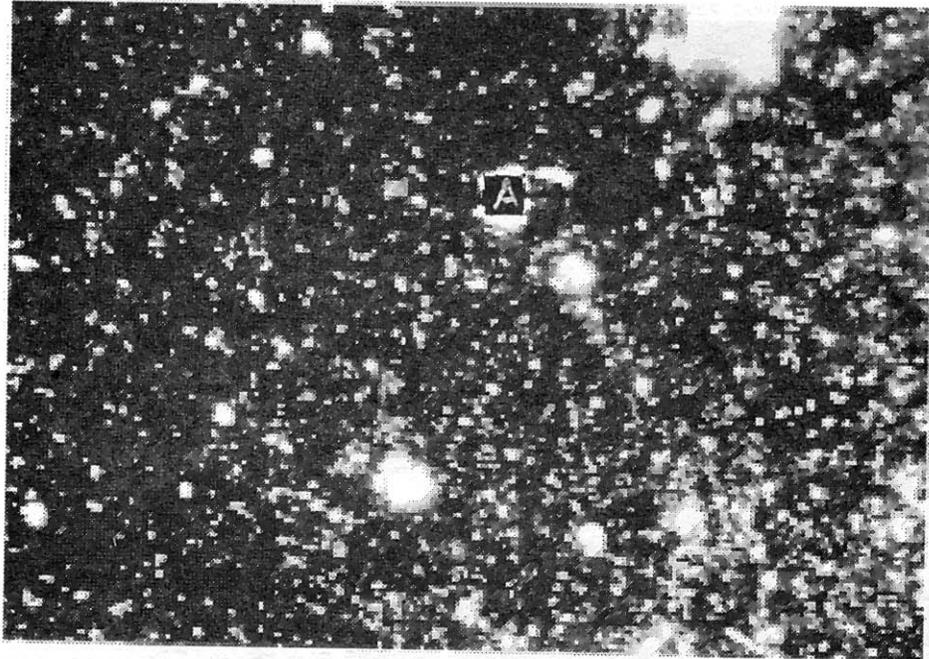
El desarrollo de fábricas-b del tipo estriada ha sido correlacionado con la integración parcial en el plasma, de rasgos pedológicos compuestos por arcilla iluvial, proceso que es evidenciado por la ocurrencia de fragmentos cutánicos y de saturanes (infillings) entrampados en el plasma (Stoops, 1968; Guédez, 1977; Guédez y Langohr, 1978) y más recientemente por el desarrollo de presiones y micromovimientos del material de suelo, causados por expansión y contracción de las arcillas debido a la alternancia de ciclos húmedos y secos en el año (McKeague, 1981). Estas presiones, al producir cizallamiento del suelo, originan una orientación preferente alrededor de granos y poros y en zonas dentro del plasma, desarrollándose fábricas-b del tipo granoestriada, poroestriada y reticular cruzada, como las observadas en los horizontes Bt.

La porosidad tiende a disminuir con la profundidad. En los horizontes superiores, además de poros planos, se encuentran canales que se tornan muy escasos en los horizontes inferiores, en donde hay un predominio de poros planos y

cavidades, al disminuir en profundidad, la actividad biológica y los movimientos de contracción y expansión del material fino.

En casi todo el perfil se detectó la presencia de nódulos típicos de impregnación, compuestos

posiblemente de óxidos hidratados de hierro y manganeso. Su presencia en el horizonte A podría estar relacionada con el transporte lateral desde



**FOTOGRAFIA 1.** Horizonte A. Patrón de distribución relacionado (g/f) porfirítico doblemente espaciado. Fábrica-b indiferenciada. (A) Nódulo típico en la parte superior derecha. XPL. Longitud del campo visual: 5 mm.

sitios más elevados en el paisaje. Algunos nódulos muestran halos difusos a su alrededor y una impregnación moderada, indicando que son posiblemente formados in situ, por segregación de hierro en condiciones de saturación temporal de agua

Una de las características más resaltantes de este suelo es la presencia de rasgos pedológicos asociados con la iluviación de arcilla (Fotografía 2), evidenciados por: a) cutanes típicos, espesos, continuos, con fuerte orientación, microlaminados, asociados con poros planos y cavidades, y en menor proporción con canales, corroborando lo reportado por Fedoroff y Eswaran (1985), b) saturanes (infillings), relleno de arcilla iluvial algunos poros, principalmente canales de pequeño tamaño (100-150  $\mu\text{m}$ ) y c) fragmentos de cutanes y

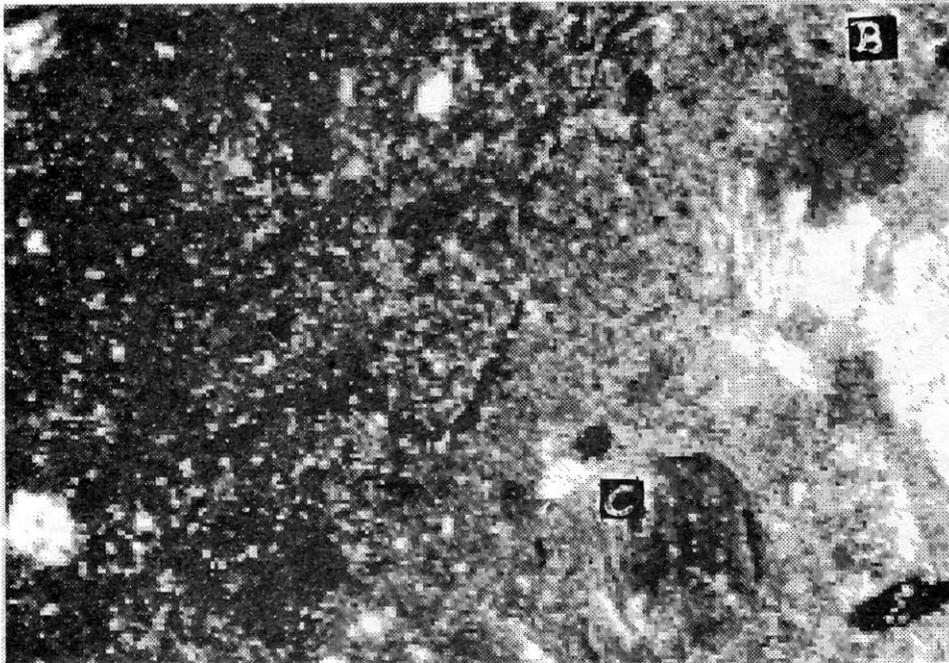
saturanes embebidos en el plasma, de límites suaves y difusos.

Los cutanes típicos y saturanes representan el proceso de acumulación iluvial activa, formados por transporte contemporáneo de arcilla, con fuerte laminación, lo cual indica sucesivas deposiciones que incrementan con la profundidad y en los horizontes inferiores presentan partículas contrastantes en su superficie, que podrían estar constituidas por material isotrópico. El color de los cutanes difiere del color de la matriz adyacente.

Los fragmentos de cutanes y saturanes, aunque presentes en todos los horizontes Bt, son más numerosos en los horizontes superiores, indicando una paralización del proceso de iluviación. Estos cutanes y saturanes se incorporan al plasma a través de la mezcla del material de suelo

(pedoturbación) por animales o raíces y presiones resultantes por esa actividad y por los cambios de volumen del material, debido a la alternancia de épocas secas y húmedas (Stoops, 1968). A medida que la integración avanza, procesos de transformación físico-químicos tienden a una asimilación completa del cutan o saturan al plasma, pudiéndose generar fábricas-b del tipo estriada.

En relación a los principales procesos que han ocurrido en la formación de este suelo, pueden señalarse los siguientes: **melanización**, principalmente en los horizontes superiores, por adición y descomposición de materiales orgánicos y su mezcla con la fracción mineral del suelo;



**FOTOGRAFIA 2.** Horizonte Bt(A). Abundantes saturanes y cutanes típicos en la parte izquierda. (B) fábrica-b estriada en la parte derecha. (C) fuerte orientación del plasma alrededor del fragmento filítico en la parte inferior de la fotografía. XPL. Longitud del campo visual: 5 mm.

**transformaciones** de minerales primarios en plasma, principalmente transformaciones de feldspatos y micas. El proceso intempérico es más acentuado en los horizontes superficiales del perfil; **iluvación de arcilla**, manifestada por la formación de cutanes y saturanes en los horizontes Bt del perfil; procesos de **pedoturbación** manifestados por la destrucción de cutanes y saturanes, con su progresiva incorporación a la matriz del suelo, tendiendo a la homogeneización del perfil. Esta destrucción de cutanes y saturanes en los horizontes Bt más superficiales es una indicación de la paralización del proceso iluvial en esos

niveles, el cual sigue activo en profundidad; procesos de **transformación** y **translocación**, evidenciados por la presencia de nódulos típicos, probablemente de hierro y manganeso, originados por segregación de hierro en condiciones de sobresaturación hídrica temporal.

#### Perfil 2.

En base a los resultados obtenidos en la descripción de este suelo, puede señalarse que el mismo ha estado sujeto a diferentes procesos formativos. Actualmente se encuentra bajo un clima bastante seco (Guédez y Pérez de R., 1983).

Sin embargo, muchas de sus características están asociadas con un clima más húmedo que el presente (Graham y Franco-Viscaíno, 1992; Eghbal y Southard, 1993).

En general, se observa una estructura de suelo influenciada por el uso agrícola y la actividad biológica en el horizonte Ap, originando agregados de bordes suaves y ondulados. Esta estructura se hace más angulosa a medida que se profundiza, con la mayor parte de su porosidad constituida por poros planos, resultado de los procesos de expansión y contracción del suelo bajo condiciones de sequía y humedad alternas.

El plasma es muy abundante en este perfil. Posiblemente heredado, en su mayor parte, del material parental, aunque el proceso intempérico que ha transformado los minerales primarios, ha producido minerales arcillosos que van a engrosar el plasma de este suelo. Esta abundancia de plasma origina relaciones entre la fracción gruesa y fina en donde hay un marcado predominio de la fracción fina. Esta relación se acentúa con la profundidad, influenciada probablemente por la migración de arcilla hacia los horizontes inferiores del perfil. Aunque solamente se indicó la presencia de cuarzo y mica (ésta última muy escasa y solamente en el horizonte Bt2), es factible suponer la presencia de otros minerales en la fracción gruesa. La calidad de la sección delgada impidió el reconocimiento de éstos en el esqueleto del suelo. Como lo señaló Stoops y Buol (1985), hay un predominio de los granos más finos hacia la superficie.

En el horizonte Ap se observó una marcada impregnación del material mineral por sustancias húmicas, que le disminuyen apreciablemente su birrefringencia. En los horizontes superiores la fábrica-b tiende a ser indiferenciada y débilmente "speckled" (fábrica plasmática inséptica según Brewer, 1964), tornándose mosaico-speckled, poroestriada y granoestriada en los horizontes inferiores, debido a la orientación de la arcilla alrededor de poros y granos, producto de las presiones ejercidas por los cambios volumétricos en el suelo en los periodos secos y lluviosos, y por la asimilación de cutanes en el plasma.

Una evidencia del desarrollo de este suelo en climas más húmedos que el actual es la presencia de nódulos de impregnación de óxidos hidratados de hierro, segregados en condiciones de reducción temporal.

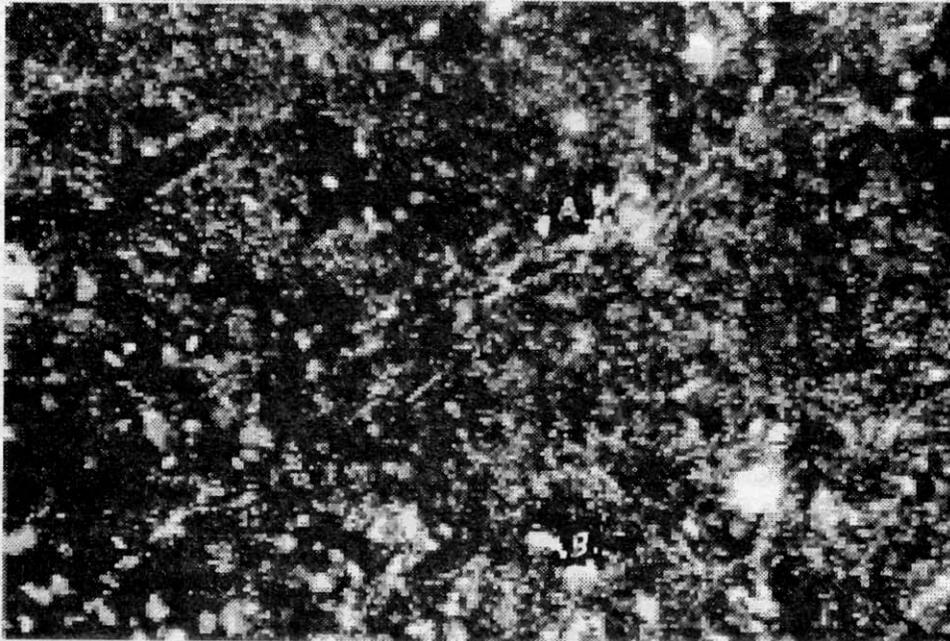
A partir del horizonte Bt1, se observa la presencia de rasgos pedológicos de iluviación de arcilla en forma de cutanes típicos, saturanes e hipocutanes. Estos últimos (presentes en el Bt2) parecen ser producidos por compresión de cutanes contra la pared del poro ocasionada por raíces o animales. Otro posible origen de estos cutanes es por neoformación de arcilla, ocasionando dificultades para la diferenciación de cutanes de iluviación y cutanes neoformados en paleosuelos (McKeague, 1981).

En el horizonte Bt2, se presentan además fragmentos de cutanes embebidos en el plasma (Fotografía 3). Estos procesos de integración de cutanes de iluviación de arcilla al plasma, evidencian la paralización del proceso de translocación de arcilla. En el horizonte CR no se observaron cutanes de iluviación en la lámina estudiada. Este hecho no descarta la existencia de cutanes en este horizonte, tal como lo señaló Stoops (1968) en otros perfiles. La presencia de hipocutanes (Fotografía 4) constituidos por óxidos hidratados de hierro, en algunos poros del horizonte CR, evidencia la segregación de hierro a lo largo de las vías de conducción de agua en el suelo. Este hecho refuerza la impresión indicada al comienzo de esta discusión, sobre el clima imperante en la formación de este suelo.

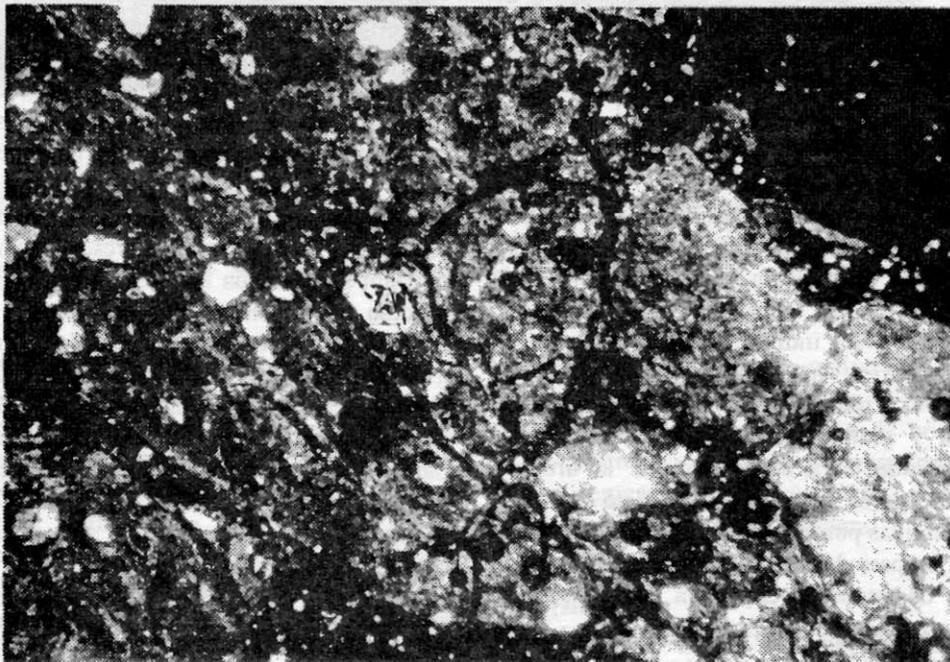
En este suelo se han sucedido los siguientes procesos formativos: **melanización**, producto de la mezcla íntima de la materia orgánica con la fracción mineral en el horizonte superficial, originando disminución en la birrefringencia y por ende, fábrica-b indiferenciada; **iluviación de arcilla**, producida en una primera etapa bajo un clima más húmedo que el presente, sin descartar que aún en un clima más seco como el actual, este proceso de translocación puede seguir operando, como lo demuestra la presencia de cutanes típicos asociados con poros en el horizonte Bt2, de color similar a la matriz del suelo; **transformación**, evidenciados por la abundancia de plasma, que en parte puede ser neoformado, y por la formación de nódulos producidos por la segregación de hierro; **pedoturbación** a través de la asimilación de cutanes en el plasma.

## CONCLUSIONES

Las características micromorfológicas más resaltantes de los suelos estudiados son: - Desarrollo de fábrica-b del tipo estriado debido a la integración parcial en el plasma de rasgos pedológicos compuestos por arcilla iluvial o debido



**FOTOGRAFÍA 3.** Horizonte Bt2. Fábrica-b mosaico-speckled, con algunos sectores con fábrica-b- poroestrada. (A) abundantes cutanes típicos en poros. (B) fragmentos de cutanes embebidos en el plasma (parte inferior de la fotografía). XPL. Longitud del campo visual: 2mm.



**FOTOGRAFÍA 4.** Horizonte CR. Microestructura blocosa angular. Poros planos separando agregados. (A) hipocutanes de óxidos de hierro ubicados a lo largo de los poros. XPL. Longitud del campo visual: 5mm.

al desarrollo de presiones y micromovimientos del material de suelo. Presencia de nódulos típicos de impregnación, compuestos posiblemente por óxidos de hierro y manganeso. Se observaron tres tipos de rasgos pedológicos de iluviación de arcilla: cutanes típicos, saturanes y fragmentos de cutanes y saturanes embebidos en el plasma (Perfil 1).

- Desarrollo de fábrica-b indiferenciada en los horizontes superiores y de mosaico-speckled, en los horizontes inferiores; presencia de nódulos de impregnación de óxidos hidratados de hierro.

- Ocurrencia de rasgos pedológicos de iluviación de arcilla en forma de cutanes típicos, saturanes e hipocutanes (Perfil 2).

### LITERATURA CITADA

1. Bullock, P., N. Fedoroff., A. Jongerius., G. Stoops y T. Tursina. 1985. Handbook for soil thin section description. Waine Research Publishing, Albrighton, U.K.
2. Brewer, R. 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley and Sons, New York. USA
3. Comerma, J.A., A. Chirinos y R. Pérez S. 1978. Características de algunos suelos de las zonas altas paperas del estado Lara. Trabajo presentado en el V Congreso de la Ciencia del Suelo. Barquisimeto, Venezuela.
4. De Paepe, P. 1975. Rock-forming minerals. Microscopical characteristics and chemical analyses. ITC. Rijksuniversiteit. Gent. Belgium.
5. Eghbal, Mostafa K. y Randal J. Southard. 1993. Micromorphological evidence of polygenesis of three Aridisols, Western Mojave Desert, California. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:1041-1050.
6. Eswaran, H. y C. Baños. 1976. Related distribution pattern in soils and their significance. An. Edaf. Agrobiol. 35: 33 - 45.
7. Fedoroff, N. y H. Eswaran. 1985. Micromorphology of Ultisols. L. Douglas y M. Thompson (ed) In: Soil Micromorphology and Soil Classification. SSSA Special Publicacion Number 15. Madison. USA, pp 145-164.
8. Gómez, J.M. y O. Rodríguez. 1986. Evaluación de la aptitud de uso de las tierras de la cuenca de la quebrada de Guarico, estado Lara. Departamento de Suelos, Escuela de Agronomía. UCLA. Barquisimeto.
9. Graham, R. C. y E. Franco-Vizcaino. 1992. Soils on igneous and metavolcanic rocks in the Sonoran Desert of Baja California, México. Geoderma 54:1-21.
10. Guédez, J. 1977. Contribution to the knowledge of some important soils from the Llanos Orientales (Venezuela). M Sc. Thesis. ITC. Rijksuniversiteit. Gent. Belgium.
11. Guédez, J., y R. Langohr. 1978. Some characteristics of pseudo silt in soil toposequence of the Llanos Orientales (Venezuela). Pedologie 28: 118-131.
12. Guédez, J., y R. Pérez de R. 1983. Caracterización edafoclimática de suelos representativos de la zona papera del estado Lara. Trabajo de ascenso. Departamento de Suelos, Escuela de Agronomía, UCLA, Barquisimeto, Venezuela.
13. McKeague, J.A. 1981. Clay skins and the argillic horizon. pp:367-388. En: P. Bullock y C.P. Murphy (de) In: soil Micromorphology. Vol.2 Soil genesis. Proc. 6th Int. Work. meet. Soil Micromorphol. London. A B Academic Publishers, Berkhamsted, U.K.
14. Rodríguez, O. 1977. Mineralogía y génesis de un perfil de Cubiro. Primer curso de mineralogía de suelos. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
15. Rodríguez, O. 1982. Mineralogy and related properties of selected soils on Lara landscapes in Venezuela. M Sc. Thesis. University of Georgia. Athens. Georgia, USA.
16. Rodríguez, O. y J. Guédez. 1985. Mineralogía, génesis y propiedades químicas de un suelo bajo cultivo de café en Villanueva, estado Lara. Suplemento Técnico N° 31. FUDECO.

17. Stoops, G. 1968. Micromorphology of some characteristic soils of the Lower Congo (Kinshasa). *Pedologie (Gent)*, 18: 110 - 149.
18. Stoops, G. 1974. Provisional notes on soil micromorphology. ITC Rijkuniversiteit. Gent. Belgium .
19. Stoops , G., y A. Jongerius. 1975. Proposal for a micromorphological classification of soil materials. I. A. classification of the related distribution of fine and coarse particles. *Geoderma*,13: 189 - 199.
20. Stoop, G. y S.W. Buol. 1985. Micromorphology of Oxisols. L. Douglas y M.L. Thompson (ed) In: *Soil Micromorphology and Soil Classification*. SSSA Special Publication Number 15. Madison, USA. pp.105-119.