

## MINERALES Y ARCILLAS DE LOS SUELOS DEL ESTADO LARA: PARTE I MICROSCOPIA ELECTRONICA

ORLANDO A. RODRIGUEZ\*

### SUMMARY

The clay fraction of soils from three agriculturally important areas of the Lara State was analyzed by electron microscopy in order to describe their micromorphology of clays and to identify the mineral constituents.

The Turbio soil and the Quibor I soil showed resemblance in their mineral constitution. Illite - muscovite, paligorskite, pyrophyllite, calcite and tectosilicates were identified in both soils. However, a higher degree of weathering was found in the Quibor I soil. The Cubiro soil showed kaolinite, halloysite, illite, vermiculite and goethite. These minerals are indicative of a high degree of pedogenetic development of the Cubiro soil.

### RESUMEN

La fracción arcillosa de los suelos de tres importantes áreas agrícolas del Estado Lara fue analizada bajo el microscopio electrónico para describir su micromorfología e identificar los minerales presentes.

El suelo Turbio y el suelo Quíbor I presentaron semejanzas en cuanto a sus minerales constituyentes. Illita - muscovita, paligorskita, pirofilita, calcita y minerales tectosilicatados fueron identificados en ambos suelos. Sin embargo, se pudo observar un grado de desarrollo pedogenético más acentuado en el suelo Quíbor I.

En el suelo Cubiro, se hizo la identificación de kaolinita, haloisita, illita, vermiculita y goetita, minerales indicativos de un alto desarrollo pedogenético.

---

\* Profesor Agregado Dept. de Suelos. Escuela de Agronomía. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.

## INTRODUCCION

Lara es uno de los estados cuya economía es altamente dependiente del sector agrícola. Es por esta razón que se considera importante e indispensable el conocimiento al mejor nivel de detalle, de todas y cada una de las variables que influyen en la producción vegetal. Varios autores se han preocupado por el estudio y clasificación de los suelos; difícil y parcial podría ser el tratar de enumerar a tales autores. Sin embargo, para la fecha de realización del presente estudio y para conocimiento del autor, no ha sido publicado algún trabajo presentando imágenes visuales de los cristales y de la microestructura de los minerales que conforman la fracción arcillosa de suelos del Estado Lara.

Teniendo estas premisas en mente, el autor se propone tratar de suplir la información concerniente con la mineralogía de estos suelos, en especial el concerniente a las arcillas. Este campo de investigación le ha sido interesante por varias razones; en primer lugar debido a que, son las propiedades de los minerales de arcilla el aspecto que, primaria y definitivamente controla el comportamiento y las propiedades físico-químicas de los suelos; finalmente, debido a la intrínseca belleza de la naturaleza de la reacción de intercambio en las arcillas, ya que es esta propiedad la que permite la nutrición vegetal y en definitiva, la existencia y mantenimiento de la vida en el planeta Tierra.

## REVISION DE LITERATURA

Variadas descripciones y microfotografías recientemente publicadas por diversos autores, tales como Doner et al (7), Fanning et al (8), Borchardt (3), Barnhisel (2), Dixon (6), Zelazny et al (17), Huang (9) y Sudo et al (16) fueron comparativamente analizadas para reconocer las especies mineralógicas de los suelos bajo estudio, en base a su características, hábito de crecimiento y forma.

El suelo de la planicie del Turbio ha sido denominado previamente Turbio por Rodríguez (13), y clasificado por el mismo autor como un Ustropept Fluvacuéntico, fino, ilítico e isohipertérmico (USDA Soil Taxonomy) y/o como un Gleyie Cambisol (sistema FAO). Orellana (11), le ha asignado la misma clasificación taxonómica.

El suelo de Quíbor se corresponde con el perfil 16 clasificado por Malagón (10) como Cambortid Fluvéntico, arcilloso fino, ilítico e isohipertérmico, Rodríguez (13), denominó este suelo como Quíbor I y lo clasificó como Haplic Xerosol (sistema FAO).

El suelo de Cubiro ha sido clasificado por Comerma et al (5) como Haplustult Oxico, arcilloso, mixto e isotérmico. Rodríguez (13), lo clasificó como un Orthic Acrisol y lo denominó Cubiro.

Los suelos Turbio y Quíbor I son alcalinos con alto contenido de  $\text{CaCO}_3$  (13).

El suelo Cubiro es ácido y con alto contenido de Al cambiante (13).

## MATERIALES Y METODOS

Los pedones muestreados fueron seleccionados de unidades de suelos consideradas de importancia agrícola en las siguientes áreas. 1) Zonas Altas (Andes) del Estado Lara. 2) Depresión de Quíbor. 3) Planicie del Turbio. La

descripción de las muestras en el campo se realizó siguiendo los criterios del USDA-SCS (15). La ubicación de estos suelos se muestra en el anexo I.

Las muestras de suelo, luego de secadas al aire fueron desmenuzadas con un triturador de tope de goma en un mortero de porcelana. El esqueleto grueso ( $> 2$  mm) fue separado por tamizado en seco. Las fracciones limo y arcilla ( $< 50 \mu$ ) fueron separadas de las arenas ( $50-2000 \mu$ ) por tamizado en húmedo previa dispersión de la muestra mediante tratamiento con ultrasonido por 15 minutos con un aparato Biosonik II A de la Bronwill, operado al 50% de su máxima capacidad. La separación del limo y la arcilla fue realizada mediante centrifugación a 750 rpm por 3 minutos y decantación diferencial de la muestra. Para ello fue utilizada una centrífuga International No. 240 y una suspensión de 10 cm. de altura en los tubos de centrifuga. Una gota de la suspensión de arcilla obtenida, fue montada sobre una membrana de Formvar en un micro-portamuestra de 200 mallas y dejada secar al aire bajo condiciones de aislamiento en cápsulas de Petri. Las muestras de arcillas fueron analizadas y fotografiadas en un microscopio electrónico Philips 200 operado a 60 kv y en un Siemens operado a 100 kv.

La identificación de los microcristales fue realizada mediante el estudio y determinación de la conformación de las unidades y los agregados cristalinos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Cada suelo analizado presentó una determinada, propia y característica conformación cristalina bajo el análisis con el microscopio electrónico. Las fotografías a continuación presentadas, correspondientes a específicos horizontes de cada suelo, fueron seleccionadas después de analizadas de manera que representarán el concepto y composición modal de cada pedón. Los resultados y la discusión se harán individualmente para cada suelo.

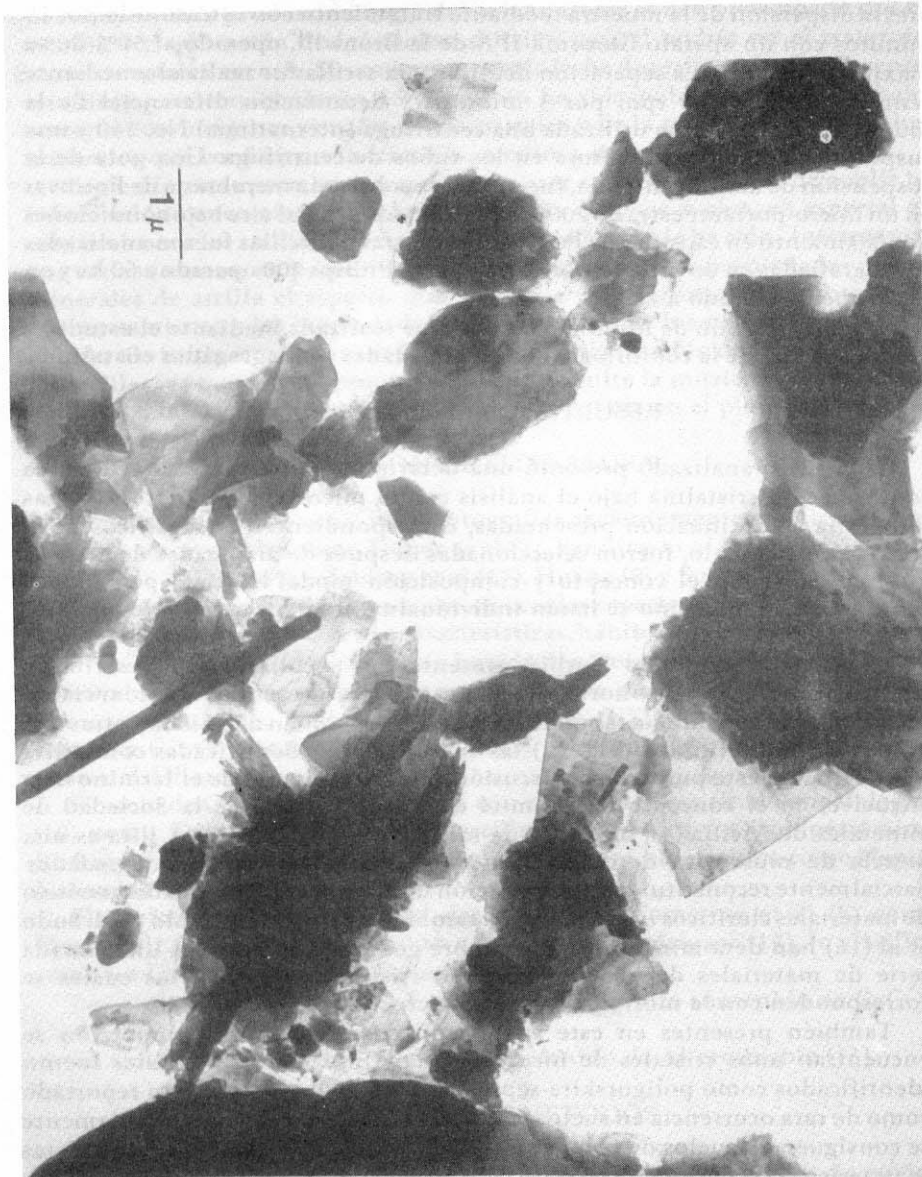
### A. TURBIO

El suelo denominado Turbio presenta las peculiaridades descritas a continuación. Todos los horizontes de este suelo presentan abundancia de estructuras de morfología tabular algunas de bordes bien definidos y otras con bordes menos definidos (Fig. 1) las cuales fueron identificadas como illita, muscovita. En este punto de la discusión vale hacer notar que el término illita envuelve, en el concepto del Comité de Nomenclatura de la Sociedad de Minerales de Arcilla (4), una serie de minerales. Para Bailey (1), illita es una mezcla de muscovita detrítica tipo 2M, estructuras micaceas degradadas parcialmente reconstituidas por adsorción de K o por crecimiento diagenético de materiales cloríticos interlaminares y también por micas tipo 1Md y 1M. Sudo et al (16) han denominado con el nombre genérico de sericita a una variada serie de materiales de hábito y tamaño cristalino variable, los cuales se corresponden con la morfología de los microcristales en estudio.

También presentes en este suelo, aún cuando en baja proporción se encuentran unos cristales de forma acicular (Fig. 1 y 2) los cuales fueron identificados como poligorskita-sepiolita. Estos minerales se han reportado como de rara ocurrencia en suelos y de acuerdo a Zelazny et al (17), solamente se consiguen en suelos de pH elevado y bajo grado de intemperización. Estas características se consiguen en este suelo, lo cual refuerza y hace cobrar positiva validez a la identificación establecida para estos minerales.

Pirofilita es otro mineral presente en este suelo (Fig. 2 y 3). El hábito hojoso

y deformado de los cristales reportados indican la presencia de este filosilicato dioctaédrico, también de rara ocurrencia tanto en rocas como en suelos. Su presencia en este suelo, revela materiales de origen metamórfico presentes en el material parental.



**Figura 1.** Ilita-muscovita y paligorskita-sepiolita. Horizonte Ap, suelo Turbio. Fracción  $2 \mu$



Figura 2. Pirofilita y paligorskita-sepiolita. Horizonte Ap, suelo Turbio. Fracción <2μ



Figura 3. Pirofilita, illita-muscovita, cuarzo y calcita. Horizonte A3, suelo Turbio.  
Fracción < 2 $\mu$

Disperso en una matriz micacea, el mineral calcita fue identificado en base a la forma irregular, aproximadamente equidimensional de sus cristales (Fig. 3). Abundancia de material calcareo ha sido previamente reportado por Rodríguez (13) en este suelo.

Otros minerales presentes, los cuales aparecen como microcristales de forma irregular (Fig. 3 y 4), corresponden a estructuras de tectosilicatos, bien feldespato o cuarzo, o bien ambos, más probablemente cuarzo. Difractogramas de rayos X, correspondientes a este mismo suelo y reportados previamente por Rodríguez (13), confirman la presencia de estos minerales en la fracción arcillosa.

#### B. QUIBOR I

En relación a los minerales presentes en el pedón denominado Quíbor I, vale mencionar que previos difractogramas de rayos X reportados por Rodríguez (13), muestran una composición mineralógica similar a la del suelo Turbio, lo cual demuestra una fuente común de origen del material parental (13). De tal manera, en las figuras 5 y 6, que corresponden a los horizontes A y Bw2 del suelo Quíbor I, se distinguen cristales de illita-muscovita, paligorskita, calcita y pirofilita. Sin embargo, una clara distinción en el estado de cristalinidad puede realizarse entre la morfología observable en la foto correspondiente al horizonte A del suelo Quíbor I (Fig. 5) y las correspondientes tanto al horizonte Bw2 (Fig. 6) del mismo suelo como a los del suelo Turbio (Fig. 1-4). Las fotografías muestran que en general, los cristales del horizonte A (Fig. 5) de Quíbor I, han sufrido un mayor grado de intemperización, son más pequeños, presentan bordes más irregulares y son más difícilmente discernibles que aquellos de los del suelo Turbio y aún que los del horizonte Bw2 del mismo suelo Quíbor I.

Esta situación permite validar la hipótesis previamente planteada por Rodríguez (13), acerca de la juvenilidad y menor grado de evolución del suelo Turbio en comparación con el suelo Quíbor I.

#### C. CUBIRO

Este tercer suelo bajo análisis, presenta características y composición totalmente diferentes. Este es un suelo derivado de diferente material parental de acuerdo a lo establecido por Comerma (5) y Rodríguez (13), presenta un mayor grado de evolución y constitución mineralógica diferente (12, 13). La figura 7, correspondiente al horizonte Ap, muestra un cristal tubular, el cual pasa a ser identificado como haloisita. También se observa una matriz de cristales altamente degradados, los cuales de acuerdo a su morfología se describen como alofanos. La figura 8, correspondiente al horizonte Btl, muestra cristales seudo hexagonales los cuales son identificados como kaolinita, también se observan haloisita acicular y microcristales de goetita. La figura 9, correspondiente al mismo horizonte, muestra la presencia de kaolinita, illita y vermiculita.

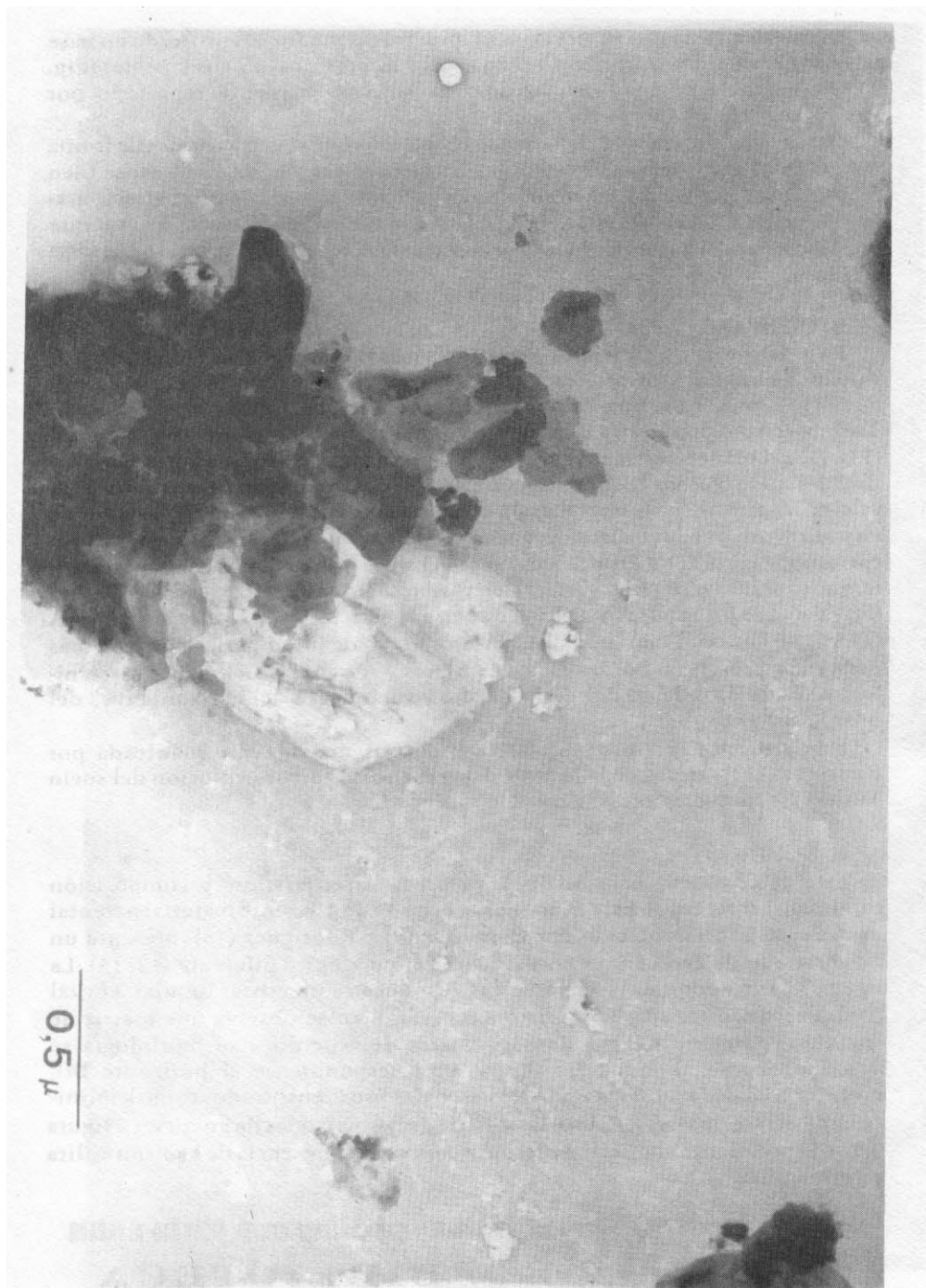


Figura 4. Cuarzo e illita-muscovita. Horizonte A1, suelo Turbio. Fracción <2 μ



**Figura 5.** Ilita-muscovita, pirofilita, y paligorskita-sepiolita. Horizonte A, suelo Qusbor I. Fracción  $< 2 \mu$ .



Figura 6. Ilita-muscovita, pirofilita y paligorskita-sepiolita. Horizonte Bw2, suelo Quíbor I. Fracción  $<2\mu$ .



Figura 7. Halosita y alofanos. Horizonte Ap, suelo Cubiro. Fracción  $<2\mu$

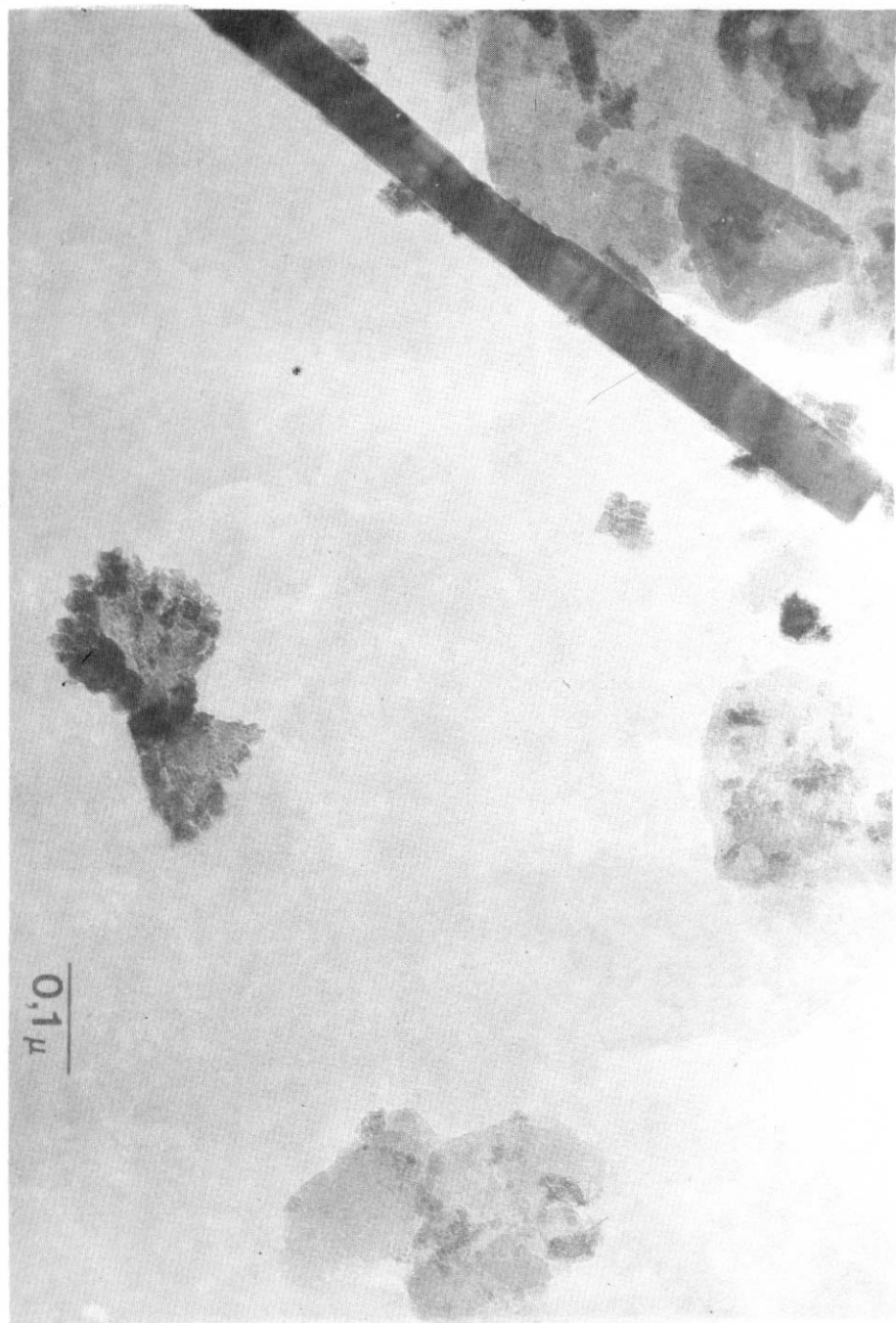


Figura 8. Kaolinita, haloisita y goetita. Horizonte Bt1, suelo Cubiro. Fracción <2 μ

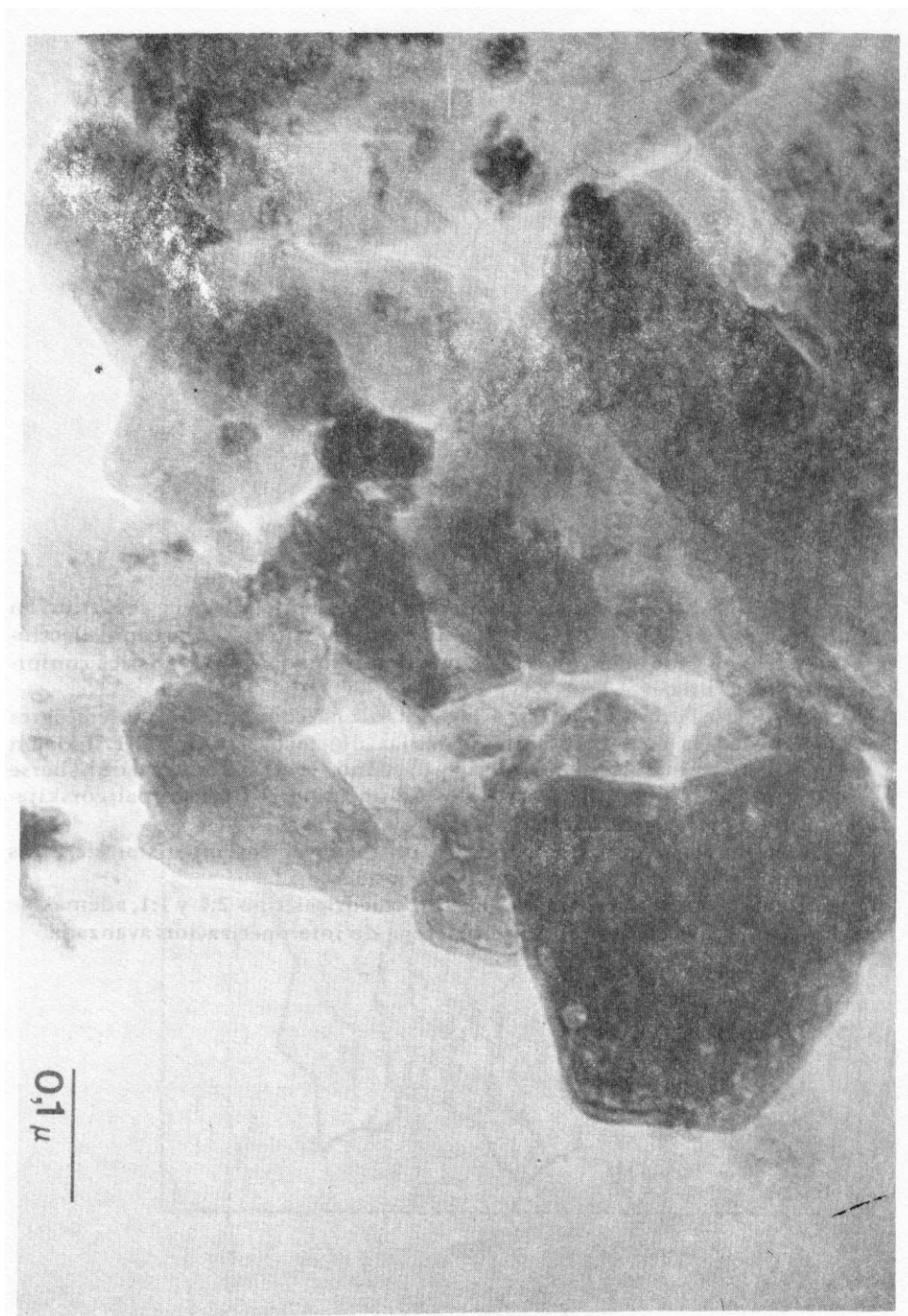


Figura 9. Kaolinita, illita y vermiculita. Horizonte Bt1, suelo Cubiro. Fracción <2 μ

## CONCLUSIONES

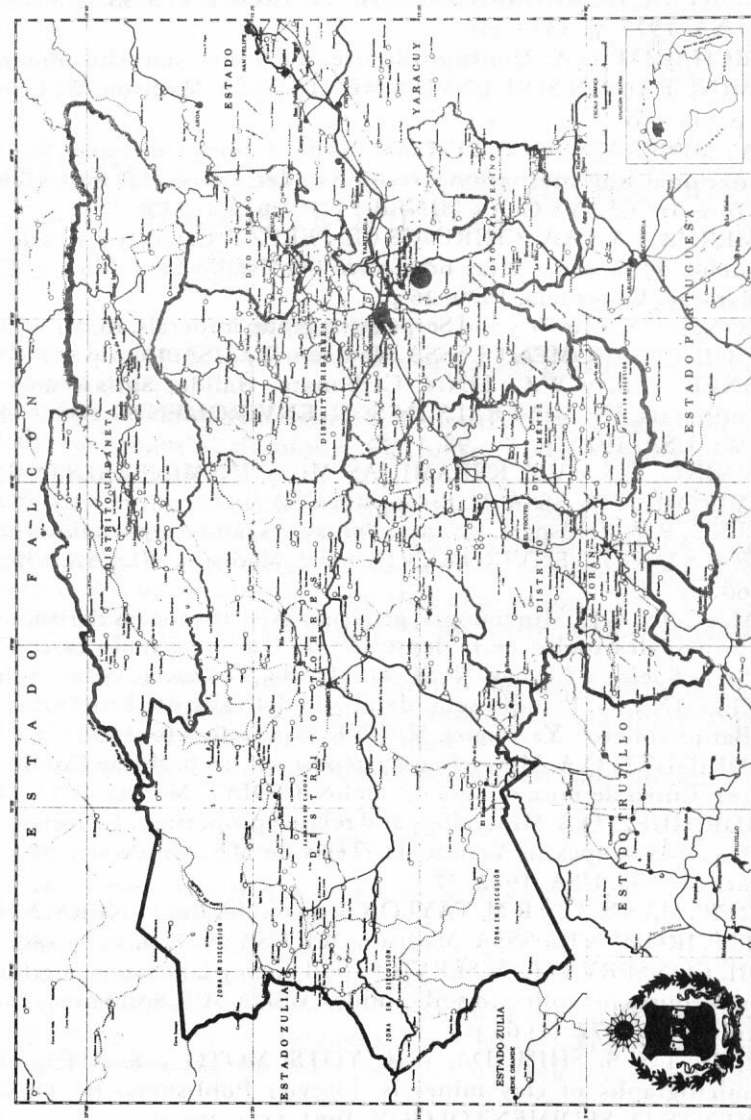
Los suelos bajo análisis presentaron heterogenidad en la constitución mineralógica de la fracción arcillosa. El examen bajo el microscopio electrónico reveló en cada suelo analizado una determinada y característica conformación cristalina.

Los suelos Turbio y Quíbor I presentan una constitución mineralógica semejante en la cual predominan arcillas dioctaédricas tipo 2:1. Existen además, otros minerales en menor cuantía, dándose el caso especial de haberse conseguido en ambos suelos cristales de un mineral fibroso (paligorskita-sepiolita) de rara ocurrencia en suelos.

Los minerales conseguidos reflejan un grado de intemperismo de estos suelos que puede considerarse de bajo a moderado.

El suelo Cubiro presenta arcillas dioctaédricas tipo 2:1 y 1:1, además de óxidos de Fe, los cuales reflejan una etapa de intemperización avanzada.

ANEXO I  
MAPA DE UBICACION



□ QUIBOR I      ☆ = CUBIRO      ● = TURBIO

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- BAILEY, S.W. The status of clay mineral structures, In: CLAYS CLAY MINER. (14): 1-23. 1966.
- 2.- BARNHISEL, R.I. Chlorites and hydroxy interlayered Vermiculite and Smectite, In: MINERALS IN SOIL ENVIRONMENTS. SSSA. Madison, Wi. USA. 1977. p. 331 - 356.
- 3.- BORCHARDT G.A. Montmorillonite and other smectite minerals. In: MINERALS IN SOIL ENVIRONMENTS. SSSA. Madison, Wi USA, 1977. p.293 330.
- 4.- CLAY MINERALS SOCIETY (CMS), Nomenclature Committee. Summary of national and international recommendations on clay mineral nomenclature. In: CLAYS CLAY MINER 1971. 19:129 - 132.
- 5.- COMERMA, J.A. y A.V. CHIRINOS y R. PEREZ S. Características de algunos suelos de la zonas altas hortícolas del Estado Lara. Multig. CENIAP, Maracay, Venezuela. 1979. 26 p.
- 6.- DIXON, J.V. Kaolinite y and Serpentina group minerals. In: MINERALS IN SOIL ENVIRONMENTS. SSSA. Madison, Wi. USA. 1977. p 357 - 404. 1 ed.
- 7.- DONER, H.E. y W.C. LINN. Carbonate, Halide, Sulfate and Sulfide minerals. IN: MINERALS IN SOIL ENVIRONMENTS. SSSA. Madison, Wi. USA. 1977. p. 75 - 98. 1 ed.
- 8.- FANNING, D.S. y V.Z. KERAMIDAS. Micas. IN: MINERALS IN SOIL ENVIRONMENTS, SSSA. Madison, Wi. USA. 1977, p. 195 - 258. 1 ed.
- 9.- HUANG, P.M. Feldspars, Livenes, Pyroxenes, and Amphiboles. In: MINERALS IN SOIL ENVIRONMENTS. SSSA. Madison, Wi. USA. 1977, p. 553 602. 1 ed.
- 10.- MALAGON, C.D. Mineralogía, génesis y aspectos físicos derivados en los principales suelos de la depresión de Quíbor, Estado Lara. CIDIAT, Serie Suelos y Climas, N° SC-27. Mérida, Venezuela. 1978. 150 p.
- 11.- ORELLANA, G. Estudio semi-detallado del valle del Río Turbio, sector Barquisimeto - Yaritagua. MARNR, Barquisimeto. 1982.
- 12.- RODRIGUEZ, O.A. Mineralogía y génesis de un perfil de Cubiro. Mong. 1er. Curso de mineralogía de suelos. CIDIAT, Mérida. 1977. 28 p.
- 13.- RODRIGUEZ, O.A. Mineralogy and related properties of selected soils on Lara landscapes in Venezuela. Tesis de M.S. University of Georgia. Athens, Ga. USA. 1982. 77 p.
- 14.- SCHERTMANN, U. y R.M. TAYLOR. Iron oxides. In: MINERALS IN SOIL ENVIRONMENTS. SSSA. Madison, Wi, USA 1977, p. 145 - 180. 1 ed.
- 15.- SOIL CONSERVATION SERVICE. Soil survey laboratory methods and procedures for collectin soil samples. USDA-SCS. Soil Survey Investigation Rep. 1972. (1) 63 p.
- 16.- SUDO, T y S. SHIMODA, y H. YOTSUMOTO y S. AITA. Electron micrographs of clay minerals. Elsevier Publishers. In: DEVELOPMENTS IN SEDIMENTOLOGY. 1981. (31): 203 p.
- 17.- ZELAZNY, L.W. y F. G. CALHOUN. Poligorskite (Attapulgate). Sepiolite, Talc, Pyrophyllite, and Zeolites. In: MINERALS EN SOIL ENVIRONMENTS. SSSA, Madison, Wi. USA. 1977. p. 435 - 470. 1 ed.