

ANDOSOLS CANARIOS

IV. INTERGRADOS ANDOSOL-TIERRA PARDA OLIGOTROFICA. CARACTERISTICAS MINERALOGICAS. INTERPRETACION Y CLASIFICACION

por

C. RODRIGUEZ PASCUAL (*), P. QUANTIN (**), M. L. TEJEDOR SALGUERO (***) y E. FERNANDEZ CALDAS (***)

SUMMARY

ANDOSOLS OF THE CANARY ISLANDS. IV. INTERGRADES ANDOSOL-OLIGOTROPHIC BROWN EARTH. MINERALOGICAL CHARACTERISTICS. INTERPRETATION AND CLASIFICATION

Mineralogical characteristics, and classification of Intergrades andosol-oligotrophic brown earth, are studied in this paper.

These soils are very complex, poligenetic, with a ferrallitic alteration in the deep horizons, and an andic alteration in the surface.

The parent material correspond to a very altered basalt from the tertiary period. The climate is perhumid throughout the year.

The degree of evolution of these soils is well marked from chemical and mineralogical characteristics.

Los suelos de este grupo son, en cierto modo, complejos. Pueden corresponder a antiguos suelos tropicales rejuvenecidos con caracteres ándicos actuales. Están situados en las condiciones externas siguientes: formaciones eruptivas volcánicas con predominio basáltico (lavas y materiales piroclásticos) de edad antigua (era terciaria), pero con posibilidad de haber sido rejuvenecidos más recientemente por proyecciones procedentes de pequeños conos eruptivos más modernos, del período cuaternario. Estos suelos han sido formados en zonas más o menos próximas, a partir de las erupciones cuaternarias del Teide, y a grandes

(*) Instituto de Edafología y Biología Vegetal, C. S. I. C., Madrid.

(**) Pédologue de l'ORSTOM., Services Scientifiques Centraux, Bondy (Francia).

(***) Centro de Edafología y Biología Aplicada de Tenerife, C. S. I. C., Santa Cruz de Tenerife.

distancias, por los aportes eólicos procedentes del Sahara, especialmente durante los períodos glaciares.

El ambiente climático es, regularmente, muy húmedo (con una pluviometría posiblemente superior a 1 m.) y con fluctuaciones climáticas ocurridas durante la era cuaternaria con contrastes climáticos de humedad y temperatura superiores a los actuales en un medio tropical. La vegetación es acidificante, mesófila, de tipo laurisilva.

Los perfiles se caracterizan morfológicamente por la presencia de suelos antiguos en profundidad que tienen «rasgos edafológicos», que recuerdan a los suelos ferralíticos (tropicales) y un suelo superficial cuyos caracteres se aproximan más a los de un andosuelo. Horizonte A, muy humificado, de color oscuro, textura limosa aparentemente, estructura finamente grumosa o continua muy poco cementada, muy friable y con débil densidad aparente «fluffy». Estos suelos responden muy rápidamente y muy fuertemente al ensayo de NaF.

TÉCNICAS EXPERIMENTALES

Para el estudio del suelo se siguieron técnicas de: espectroscopía de absorción infrarroja (Hidalgo y Serratosa, 1955), utilizando como célula de absorción comprimidos de BrK; análisis por difracción de rayos X, donde los registros de las muestras han sido generalmente realizados sobre polvo desorientado (método de Debye-Sherrer), y microscopía electrónica utilizando un aparato Philips M. E. 300, perteneciente al Instituto de Edafología de Madrid.

Las muestras fueron previamente tratadas para destruir la materia orgánica y eliminar los geles amorfos.

ESTUDIO DEL SUELO

a) *Análisis por difracción de rayos X*

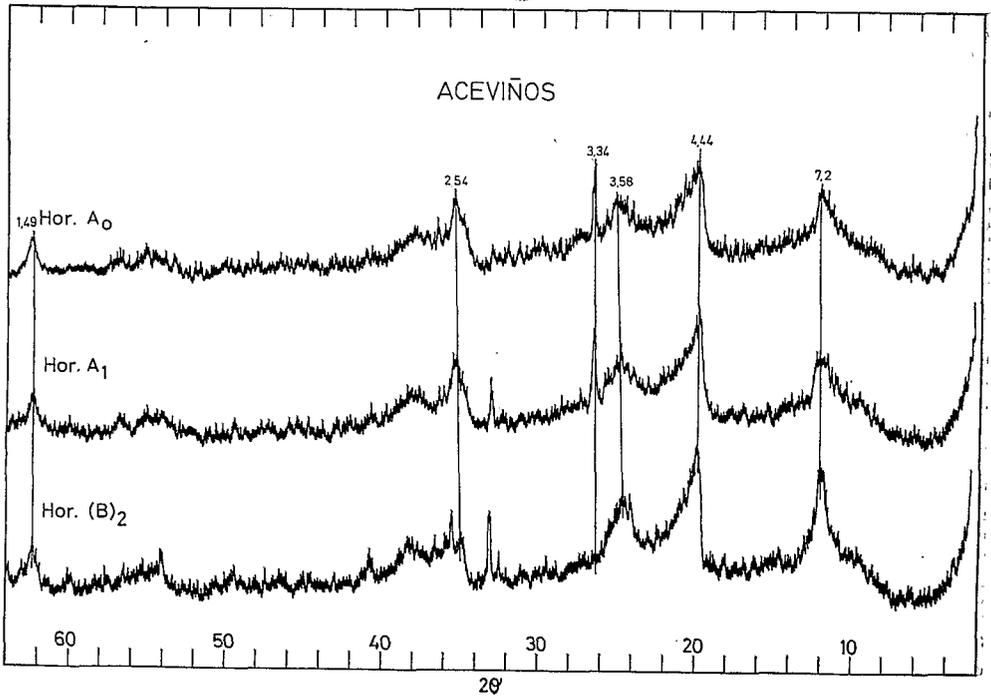
Veintidós muestras de los perfiles citados han sido examinadas por medio de difracción de rayos X, empleando la técnica de polvo desorientado (gráficas 1-5a).

Para caracterizar detalladamente estos minerales se han seguido los criterios descritos en varios libros y trabajos, tales como Brown (1961), Molloy y Kerr (1961), y asimismo se ha usado el fichero de la A. S. T. M. (American Society for Testing and Materials).

En todos los perfiles de dicho grupo el material de la arcilla mayoritario es la haloisita, la cual se encuentra en algunos de los horizontes profundos de una gran pureza, alcanzando una proporción de más de un 90 por 100, y no existiendo en los diagramas más que las reflexiones:

típicas de dicho filosilicato, como en Manantiales, Hor. (B)/C; Aceviños, Hors. A₁ y (B)₂, y Tamarganche, Hors. (B)₂ y (B)/C.

De todos los perfiles estudiados, el que mayor proporción de haloisita contiene, en todos los horizontes, es el de Aceviños, pues incluso en los horizontes superiores este filosilicato se encuentra en gran cantidad, al mismo tiempo que es de una gran pureza.

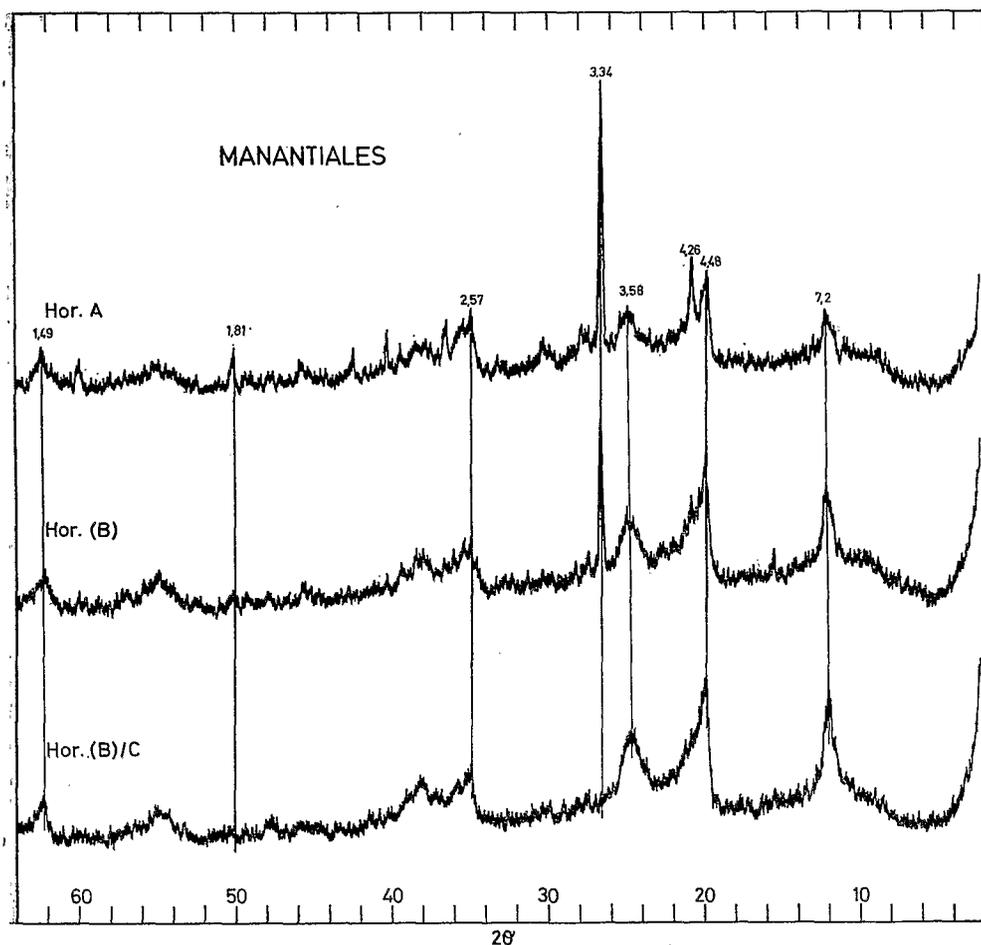


Gráfica 1.—Diagramas de difracción de rayos X, perfil «Aceviños» (Método de Debye-Sherrer).

En algunos de los perfiles existe caolinita, pero en muy pequeña proporción (menor de un 5 por 100), y ésta se encuentra en los horizontes superiores; Manantiales, Hors. A y (B), Aceviños, Hor. A₀.

En el perfil de Tamarganche encontramos motmorillonita, y la proporción de ésta aumenta con la profundidad.

Algunos de los perfiles contienen mica-ilita en los horizontes superiores, pero siempre en proporción muy inferior a la haloisita (Manantiales, Tamarganche, Las Lajas, Aceviños).

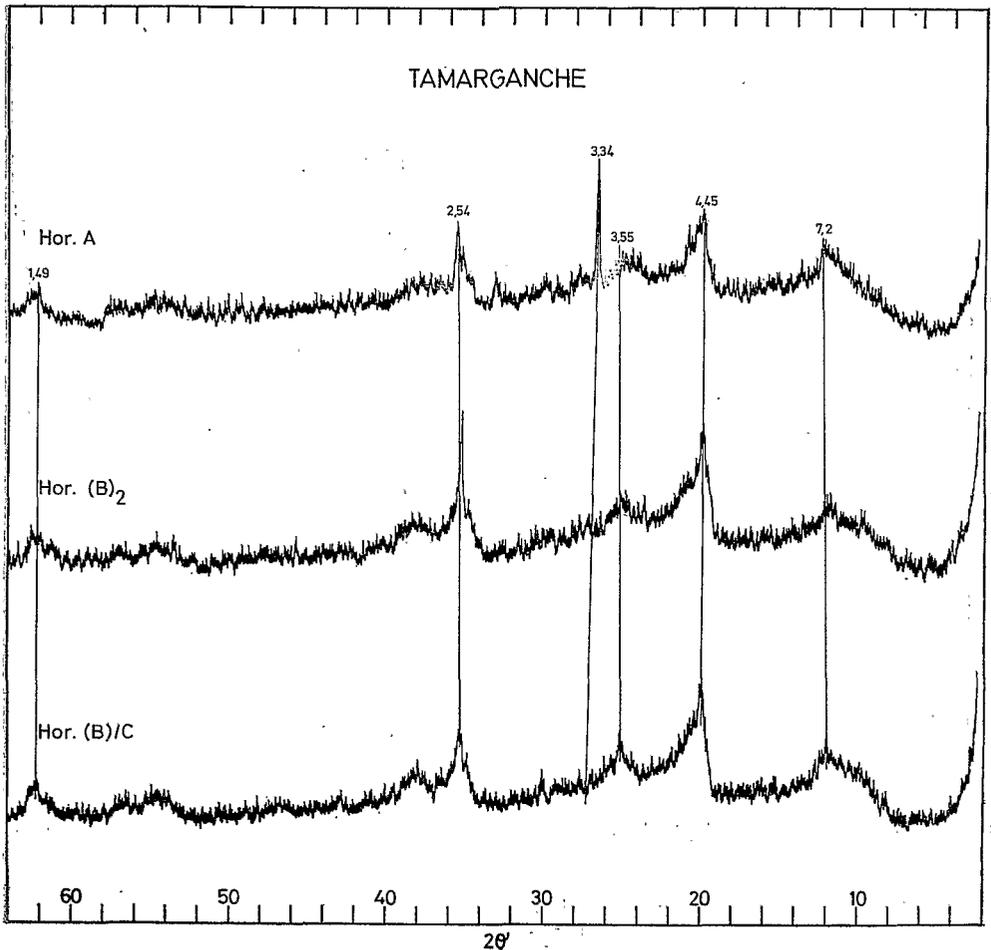


Gráfica 2.—Diagramas de difracción de rayos X, perfil «Manantiales» (Método de Debye-Sherrer).

En todos los perfiles podemos observar la presencia del espacio-do 1,49 Å, debido a minerales dioctaédricos, que son los que predominan en todas estas arcillas, y como se sabe, se debe a la reflexión (060) de estos silicatos.

En numerosos difractogramas se indica la presencia de pequeñas cantidades de cuarzo. Este siempre se presenta en la parte superior, y a medida que descendemos en el perfil disminuye, e incluso llega a

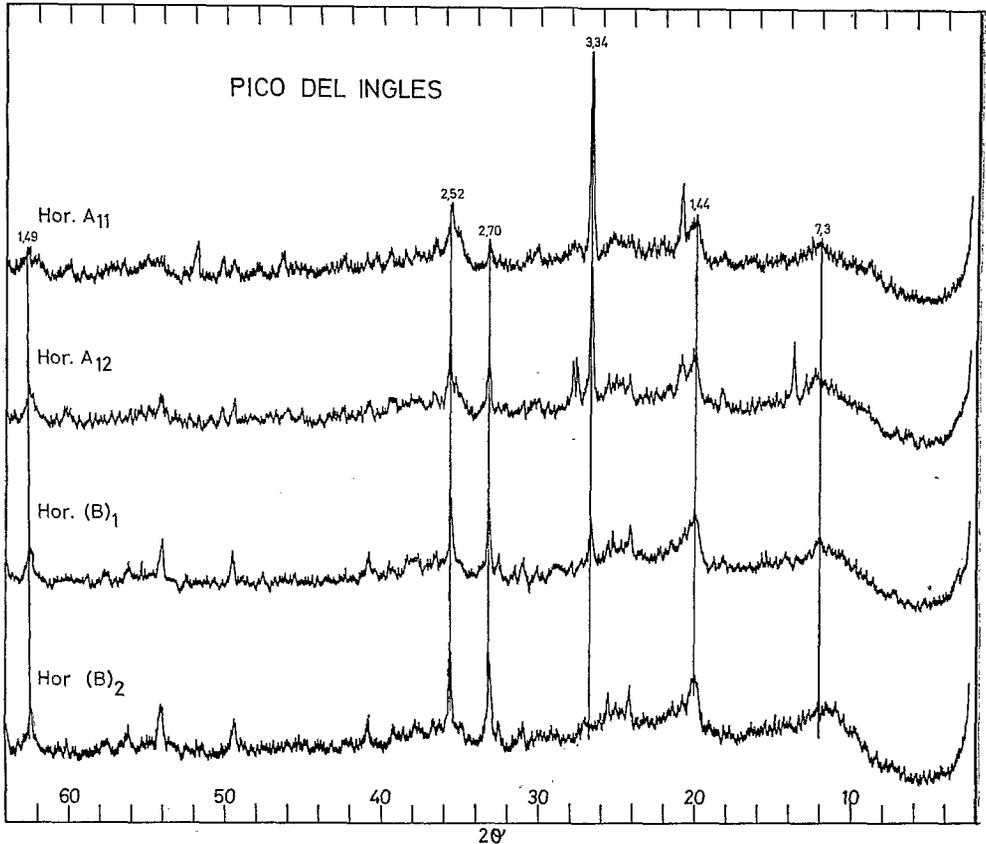
desaparecer. Las reflexiones características de dicho mineral son: 4,26, 3,34 y 1,81 Å. El origen más probable de este cuarzo parece ser eólico, procedente del siroco de Africa.



Gráfica 3.—Diagramas de difracción de rayos X, perfil «Tamarganche» (Método de Debye-Sherrer).

Sólo el perfil Las Lajas contiene gran cantidad de gibsita, empezando a aparecer sobre los 90 cms. de profundidad, y se hace máxima dicha cantidad, alrededor de los 200 cms., desapareciendo después bruscamente a mayor profundidad. La presencia de dicho mineral se pone de manifiesto por la reflexión a 4,87 Å, entre otras.

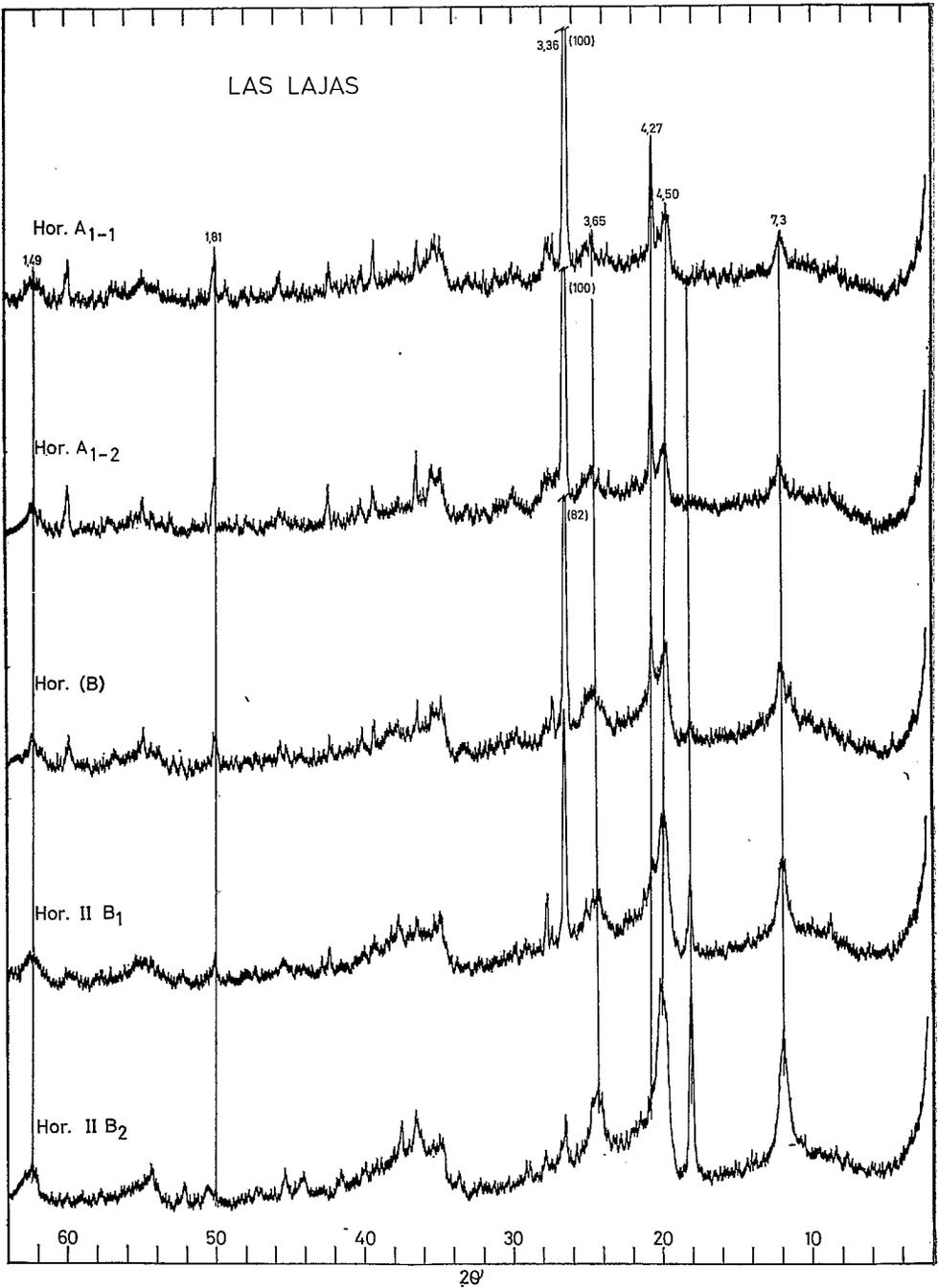
En todos los perfiles y en casi todos los horizontes existe magnetita, que se encuentra en mayor proporción en la parte superior y en algunos perfiles llega incluso a desaparecer con la profundidad. (En el perfil Las Lajas, a partir de los 120 cms.)



Gráfica 4.—Diagramas de difracción de rayos X, perfil «Pico del Inglés» (Método de Debye-Sherrer).

Algunos de los perfiles contienen hematites, siendo su reflexión característica, entre otras, la 2,70 Å. Entre los perfiles donde se encuentra este mineral tenemos los de Aceviños y Pico del Inglés, aumentando en ambos perfiles la proporción de hematites con la profundidad.

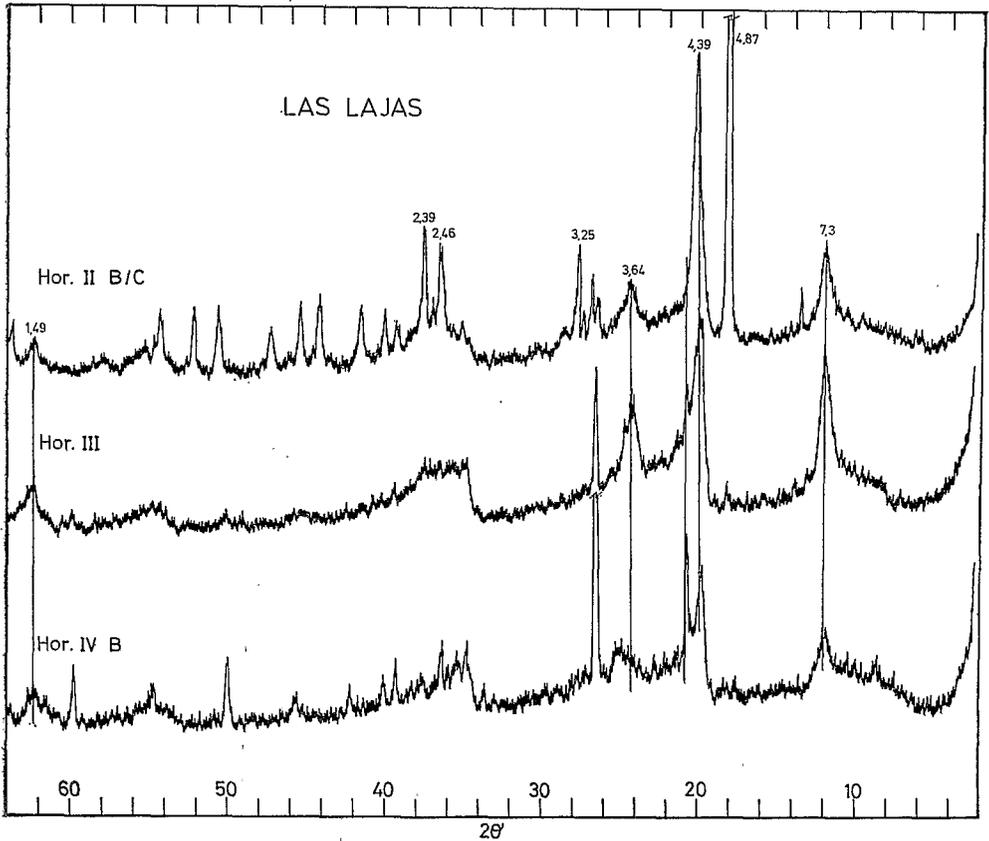
Algunos suelos de este grupo no contienen ningún feldespato, y si



Gráfica 5.—Diagramas de difracción de rayos X, perfil «Las Lajas» (Método de Debye-Sherrer).

existen es en pequeña proporción y llegan a desaparecer en los horizontes inferiores.

En el perfil Las Lajas existe también el piroxeno (augita).



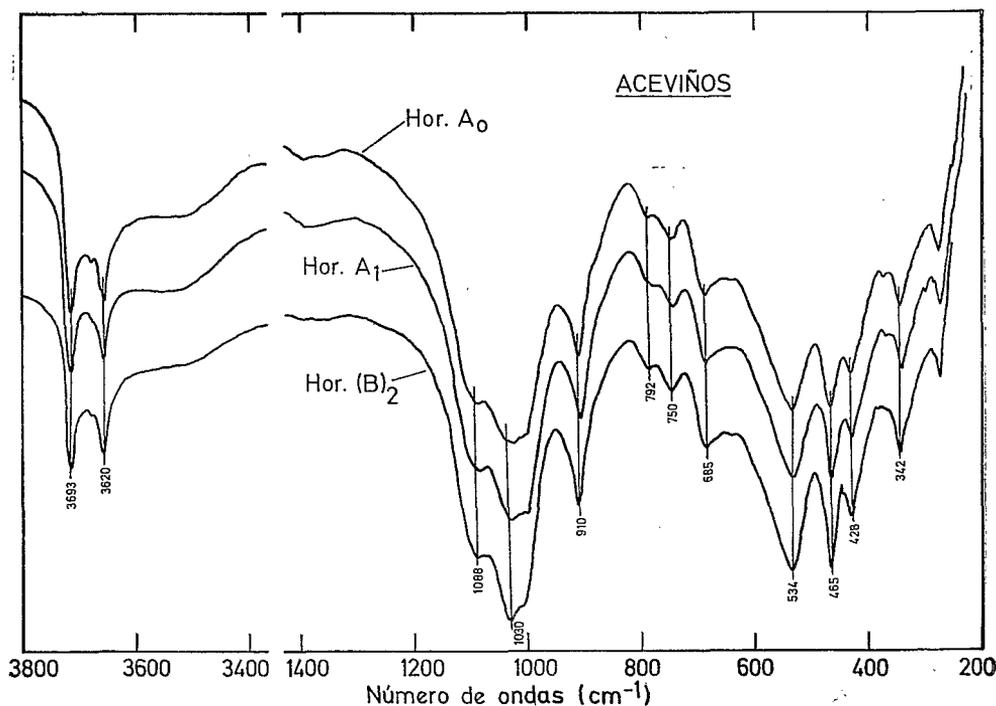
Gráfica 5 a.—Diagramas de difracción de rayos X, perfil «Las Lajas», continuación (Método de Debye-Sherrer).

b) Espectros de absorción infrarroja

La determinación de los silicatos constituyentes de los minerales de las arcillas ha sido abordada por un gran número de investigadores. El conocimiento aumenta mediante esta técnica de año en año. El que en los modernos espectrofotómetros se pueda llegar en el registro a número de ondas más bajos es una ventaja muy considerable para obtener datos de estos minerales, ya que las bandas más significativas para la

identificación de ellos aparecen a números de ondas por debajo de los 1.000 cm^{-1} .

La interpretación de los espectros correspondientes ha sido hecha siguiendo las siguientes investigaciones, entre otras: Adler et al. (1950), Hunt et al. (1950, 1953), Hidalgo y Serratos (1955, 1964), Flaig y Beutelspacher (1961), Stubican y Roy (1961), Moenke (1963), Farmer y Russell (1964), Oinuma y Hayashi (1966), Rodríguez et al. (1970). Los anteriores trabajos confirman por sí solos que los espectros de absorción infrarroja son lo bastante característicos para constituir un método de identificación, rápido y fácil, de los constituyentes de las arcillas.

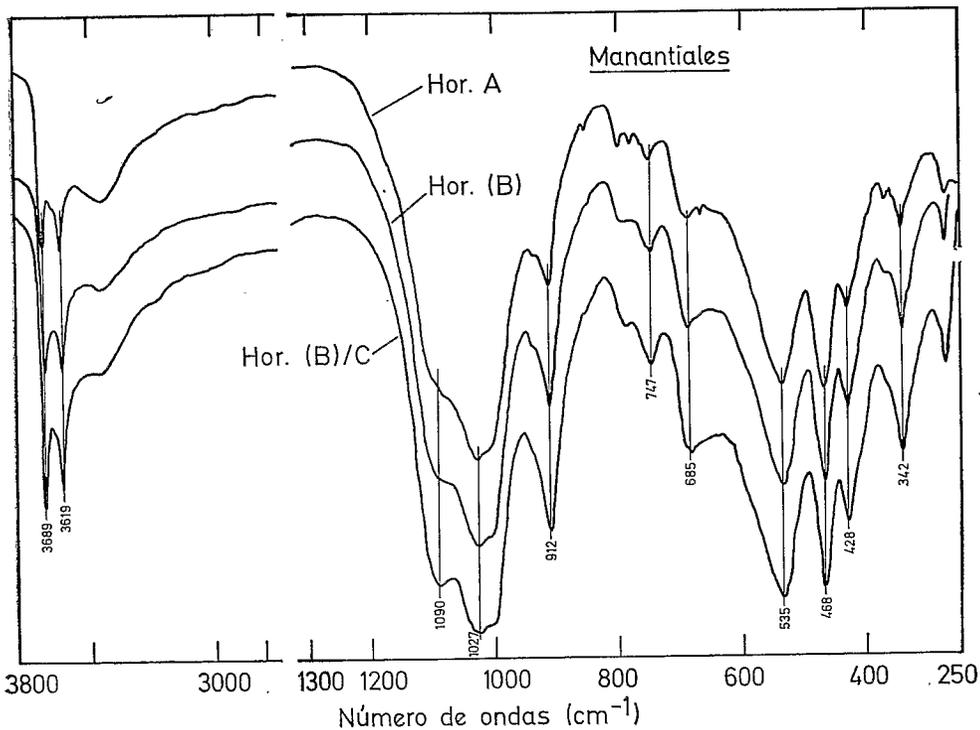


Gráfica 6.—Espectros de absorción infrarroja, entre $3.800 - 200\text{ cm}^{-1}$, perfil «Aceviños».

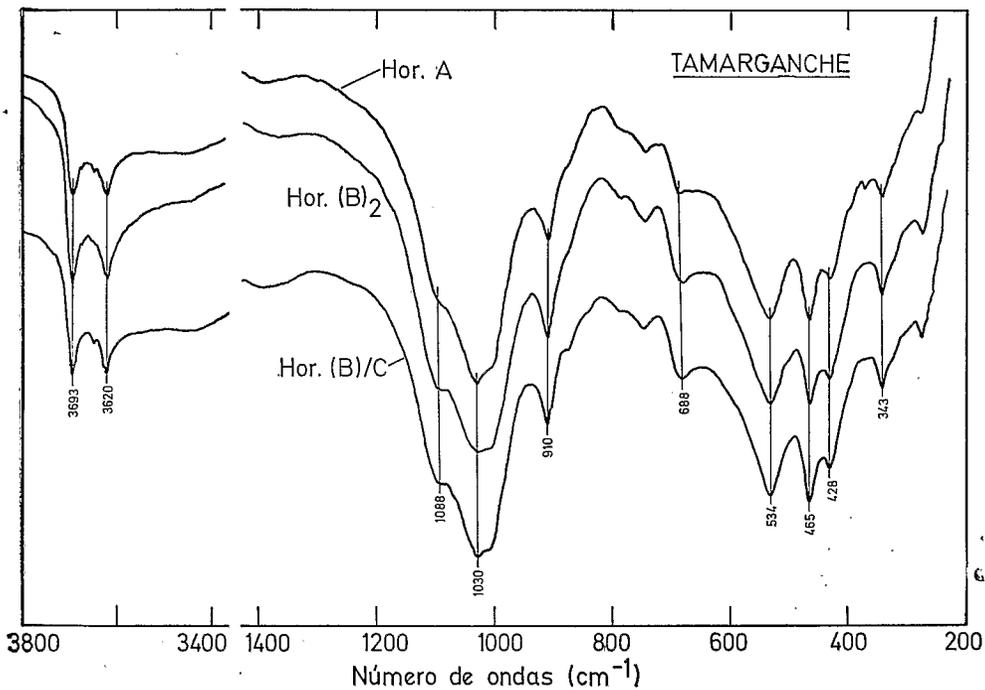
Las 22 muestras de los perfiles citados han sido examinadas mediante los espectros de absorción infrarroja, empleando la técnica de los comprimidos de BrK (gráficas 6-10b).

En todos los perfiles al estudiar la vibración de la región del espectro de $3.200\text{ a }3.800\text{ cm}^{-1}$ se observan dos bandas fuertes aproximadamente a $3.629\text{-}3.620\text{ cm}^{-1}$, originadas por las vibraciones de valencia de los grupos OH, que atribuimos a material caolinítico (haloisita).

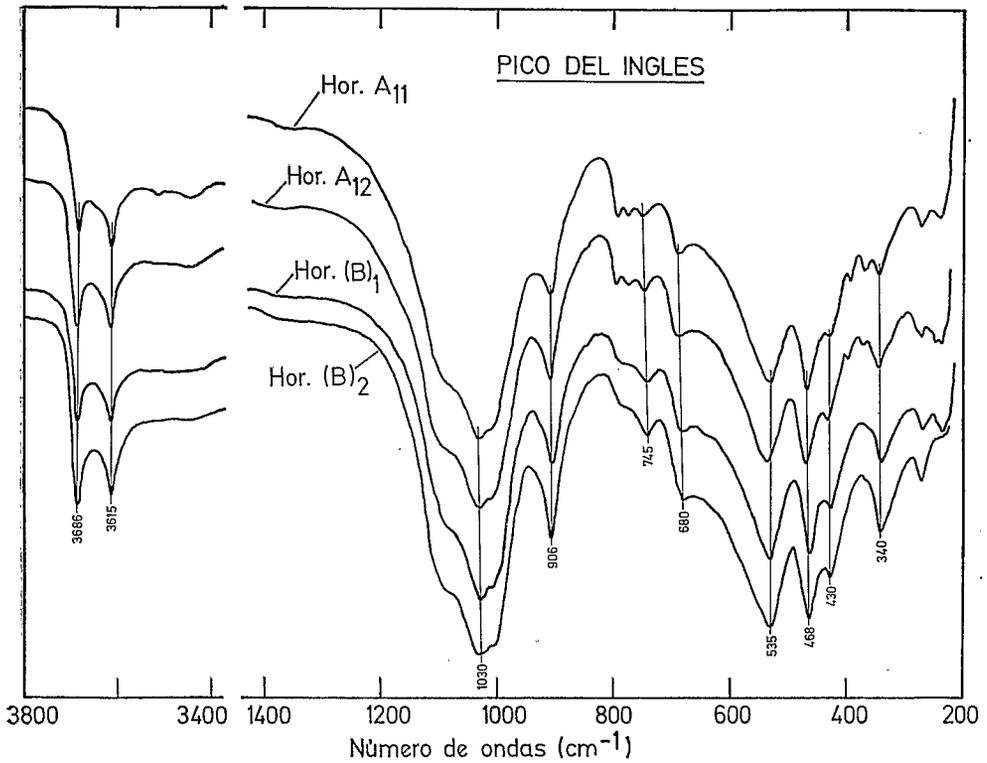
En esta primera parte del espectro, en el perfil «Las Lajas», apare-



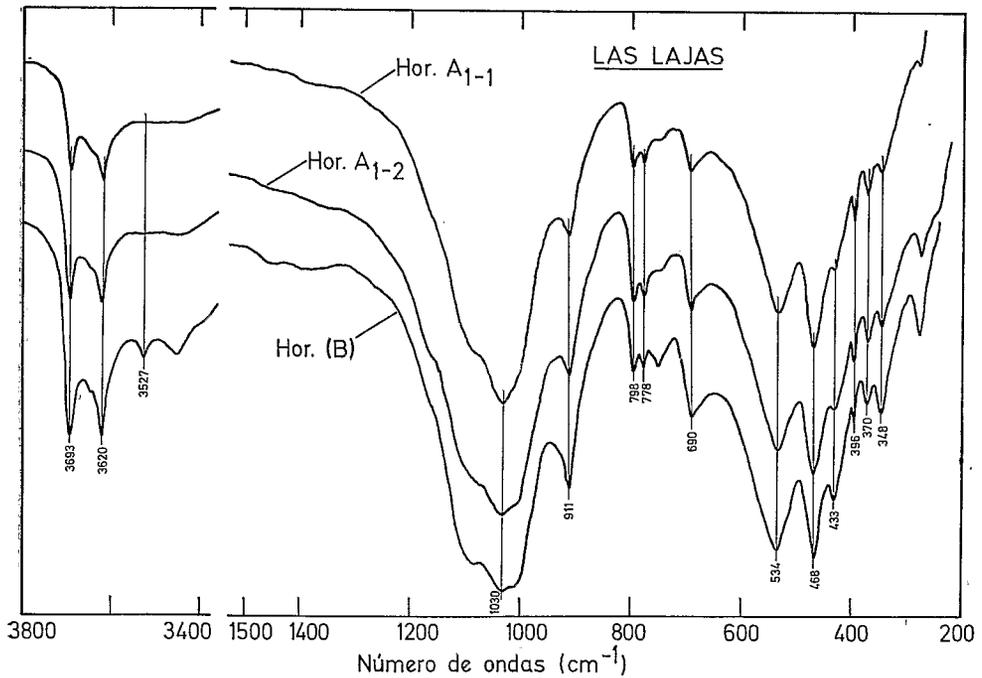
Gráfica 7.—Espectros de absorción infrarroja, entre 3.800 - 250 cm^{-1} , perfil «Manantiales».



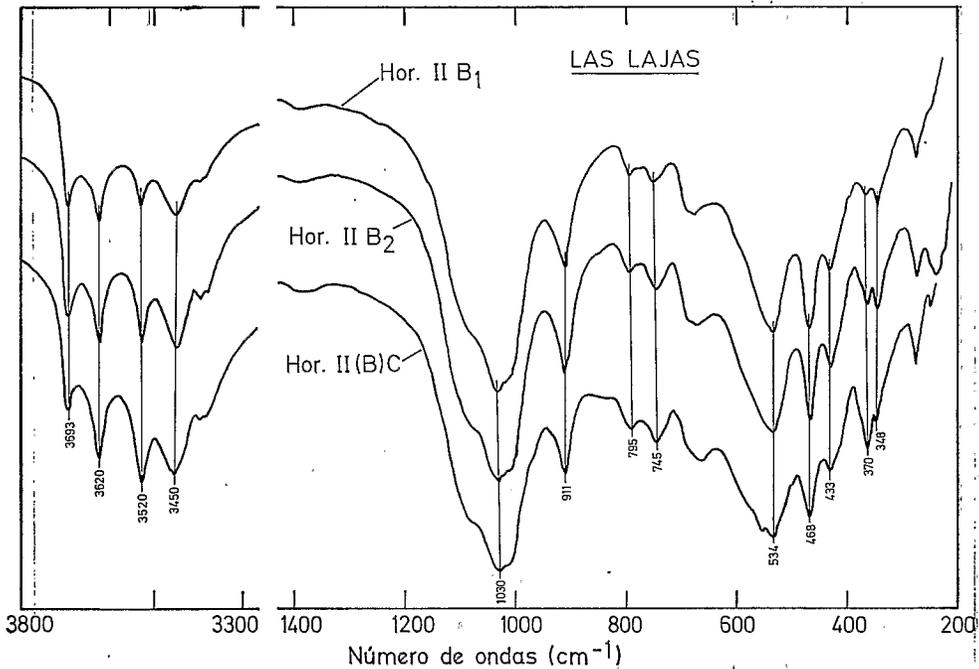
Gráfica 8.—Espectros de absorción infrarroja, entre 3.800 - 200 cm^{-1} , perfil «Tamarganche».



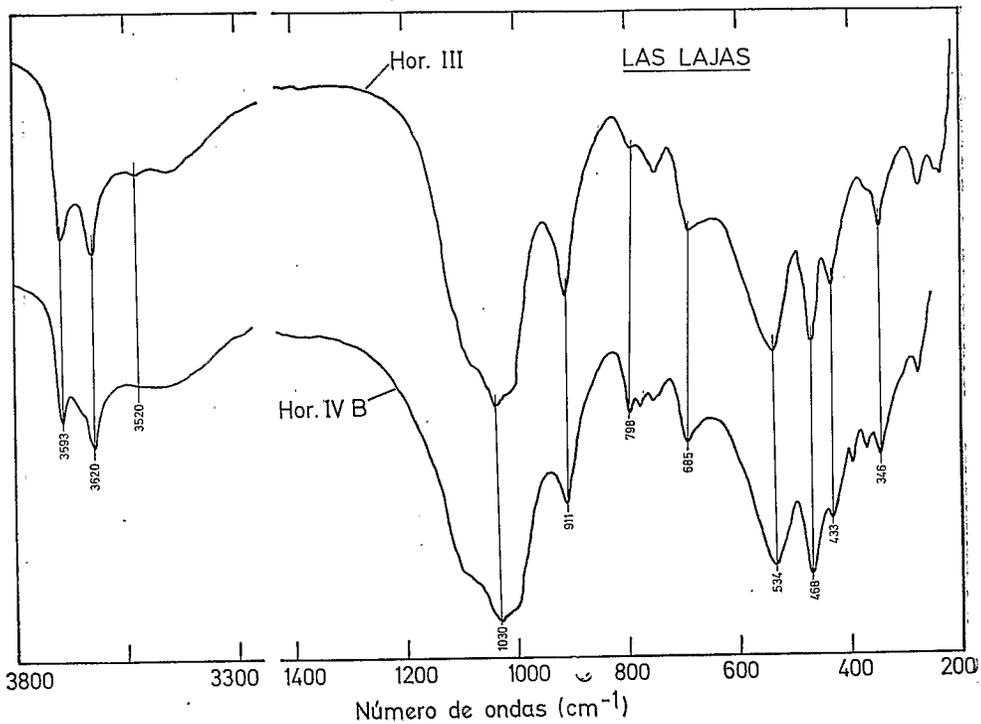
Gráfica 9.—Espectros de absorción infrarroja, entre 3.800-200 cm⁻¹, perfil «Pico del Inglés».



Gráfica 10.—Espectros de absorción infrarroja, entre 3.800-200 cm⁻¹, perfil «Las Lajas».



Gráfica 10 a.—Espectros de absorción infrarroja, entre 3.800 - 200 cm⁻¹, perfil «Las Lajas» (continuación),



Gráfica 10 b.—Espectros de absorción infrarroja, entre 3.800 - 200 cm⁻¹, perfil «Las Lajas» (continuación).

cen, además de las vibraciones anteriores, otras a 3.520 y 3.450 cm^{-1} ; debidos a la gibsita que contiene esta muestra, dicho mineral empieza a aparecer en el Hor. (B) y se hace máxima en el Hor. C₁, para después, prácticamente, desaparecer en los otros horizontes inferiores.

En cualquier perfil se observa la banda principal de los silicatos debida a las vibraciones de deformación del grupo Si-O, hacia 1.030 cm^{-1} . Vemos que a medida que la muestra está tomada a mayor profundidad ésta se hace más aguda y menos ancha, como consecuencia de una organización mayor de la red, y cantidades mayores de haloisita.

La vibración de Al-OH hacia 910 cm^{-1} también es más aguda en los horizontes profundos, como consecuencia de una mayor proporción de materiales caoliníticos (haloisita).

Los filosilicatos principales de estas arcillas son de aluminio; hecho puesto de manifiesto por las tres bandas intensas que aparecen aproximadamente a 535, 467 y 430 cm^{-1} , según los trabajos de Stubican y Roy (1961) y Farmer y Russell (1964), entre otros.

Esto pone de manifiesto que los filosilicatos de este grupo de suelos tienen escasas sustituciones isomórficas de aluminio por magnesio y hierro en la capa octaédrica.

Según Stubican y Roy (1961), la vibración hacia 535 cm^{-1} se atribuye a Si-O-Al, y las de 467 y 430 cm^{-1} a vibraciones de Si-O. Cuando se comparan las bandas a 535 y 467 cm^{-1} , observamos que la primera aumenta en intensidad relativa, al aumentar el aluminio en la red del filosilicato.

El cuarzo, que existe, generalmente, en los horizontes superiores, también se pone de manifiesto por esta técnica, pues aparece un doblete claro y bien definido a 798-778 cm^{-1} .

El perfil que contiene montmorillonita es el de Tamarganche, y ésta es más abundante en el Hor. (B)/C que en los otros. Este es puesto de manifiesto por el hombro de absorción a 870 cm^{-1} , que es atribuido por Farmer y Russell (1964), a una vibración de deformación de los grupos OH que están coordinados a iones Fe^{3+} y Al^{3+} de la capa octaédrica de este mineral.

El perfil de Las Lajas contiene gran cantidad de cuarzo en los Horizontes A₁₁, A₁₂ y (B), desapareciendo luego, bruscamente, para volver a aparecer en el Hor. III B.

c) *Microscopio electrónico*

Venticinco muestras correspondientes a los cinco perfiles han sido examinadas al microscopio electrónico, para ver la forma de los diferentes constituyentes y particularmente, aquí, de la haloisita.

En las formas tubulares irregulares, la mayoría de las veces con una

longitud dos o tres veces mayor que la anchura, la longitud pasa raramente de 0,3 μ .

Las formas glomerulares enrolladas dan una estructura de capas concéntricas, que no pasan muy raramente de 0,4 μ de diámetro (Tamarganche, Hor. A). Estos glomerulos se parecen a los descritos en los productos de alteración por Sudo y Takahashi (1955), Birret et al. (1955) y Siefferman et Millot (1969). Los elementos glomerulares no tienen que ser forzosamente ovoides o redondos.

Las formas glomerulares y tubulares de haloisita, en este grupo de suelos, representan el 70 por 100, y en algunos casos más, fundamentalmente en los horizontes más profundos.

En la parte superior de algunos perfiles se observan formas hexagonales de caolinita, Pico del Inglés, Hor. A₁₂, Manantiales, Hor. A.

Algunos perfiles contienen también mica, entre ellos, Manantiales y Las Lajas.

En el perfil Tamarganche, Hor. (B) C, se ven formas de montmorillonita.

INTERPRETACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL GRUPO

Si bien en los suelos antiguos profundos la presencia de arcillas es evidente, también en el suelo superficial (horizonte (B) y horizonte A) existen filosilicatos. Las características analíticas y las observaciones mineralógicas indican que el conjunto del perfil contiene arcillas, abundantes y bastante bien caracterizadas (al menos la haloisita), especialmente en el suelo profundo, y menos netas, pero bien visibles y abundantes, en microscopía electrónica, en el suelo superficial. El hecho de que se observen haloisitas glomerulares (1) en la parte superior de estos perfiles, formas tubulares (2) en profundidad, así como la presencia más frecuente y evidente de cuarzo, de mica alterada e incluso a veces de plagioclasas; en la parte superior del perfil, está más de acuerdo con su rejuvenecimiento reciente que con una degradación de las arcillas de un suelo antiguo.

Estas observaciones nos llevan lógicamente a considerar a estos perfiles como formados por: suelos antiguos (a veces modificados por la erosión y coluviones, como sucede en Las Lajas), algunos de los cuales podrían ser morfológicamente parecidos a los suelos pardos tropicales, otros a suelos ferralíticos y más raramente a suelos fersialíticos, y por suelos rejuvenecidos en los que la parte superior tiene caracteres ándicos evidentes, pero también caracteres químicos y mineralógicos incom-

(1) Haloisita glomerular, es la forma hidratada de neosíntesis reciente.

(2) Haloisita tubular «metahaloisita», forma deshidratada de génesis antigua.

patibles con una definición estricta que corresponda a las propiedades normales de los andosoles.

El problema que se plantea es precisamente el establecimiento de su clasificación.

De acuerdo con las consideraciones anteriores estos suelos podrían denominarse «suelos pardos-ándicos», que recubren antiguos suelos en los que aún no hemos podido precisar su tipología, y que pudieran corresponder a suelos ferralíticos, suelos pardos rejuvenecidos ándicos o suelos fuertemente desaturados en bases.

CLASIFICACIÓN

Clasificación francesa (sistema propuesto en 1971-72)

Paleosuelos en profundidad

La composición mineralógica corresponde a arcillas del tipo 1:1 (haloisita, metahaloisita, caolinita) y de arcillas 2:1 (micas, pasan a illitas degradadas en interstratificados I-M). El valor elevado de la capacidad de cambio (40 a 60 meq/100 gr. en los horizontes (B)) (Tejedor-Salguero y Fernández-Caldas, 1975), y la relación $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (2,3 a 2,6 en los horizontes (B)) más elevada que la de la caolinita, no corresponden a la definición de suelos ferralíticos. Estas características, añadidas a la presencia abundante de hidróxidos de hierro libres, podrían hacer pensar en suelos fersialíticos (terra rosa). Pero la morfología (color pardo-rojizo, estructura poliédrica fina y medianamente friable), la abundancia de hidróxidos de aluminio libres, la presencia eventual de gibsitita en abundancia (en Las Lajas), la cantidad muy importante de arcillas 1:1 de tipo haloisita, la densidad aparente relativamente baja ($d = 0,9$), así como las condiciones climáticas regularmente húmedas, llevan a pensar que los suelos antiguos han seguido una génesis edáfica ferralítica.

Se trata de materiales complejos: suelos ferralíticos rejuvenecidos, o de evolución compleja del tipo que se observa en otros lugares sobre rocas esquistosas, o metamórficas micáceas. Los feldespatos y ferromagnesianos se transforman en caolinita e hidróxidos, mientras que las micas se degradan lentamente en interstratificados I-M o I-V, y posteriormente en caolinita. Lo que en cierto modo es difícil de explicar, es el origen de estas micas en suelos formados sobre rocas basálticas. Estos suelos, con una génesis compleja, emparentados morfológica-

I = Illita

M = Montmorillonita

V = Vermiculita

mente y mineralógicamente con suelos ferralíticos, podemos considerarlos dentro del grupo de los suelos ferralíticos poco evolucionados. Y su clasificación correspondería a «suelos ferralíticos fuertemente desaturados, poco evolucionados y en muchos casos transportados».

Suelo superficial

Sus características mineralógicas (ricos en arcillas, pero también en hidróxidos amorfos), sus características morfológicas y algunas de sus propiedades físico-químicas (Tejedor-Salguero y Fernández-Caldas, 1975; Fernández-Caldas y Tejedor-Salguero, 1975), los sitúan como intergrados entre andosoles desaturados y suelos pardos desaturados, de los cuales tienen los caracteres de color, textura limo-arcillosa o arcillo-limosa, compuestos de arcilla 1:1, además de arcilla 2:1, y un tipo de materia orgánica, moderada con relación C/N aproximadamente 14 y una relación AH/AF alrededor de 0,8, que nos permite clasificarlos como «Intergrados andosol-tierra parda oligotrófica».

Tendríamos entonces unos perfiles complejos: intergrados andosol-tierra parda oligotrófica formados sobre (a) paleosuelos ferralíticos fuertemente desaturados, poco evolucionados, erosionados y en ciertos casos transportados, que se han formado a partir de un conjunto no precisado de rocas eruptivas volcánicas con predominio basáltico y probablemente de aportes piroclásticos más ácidos de tipo traquítico o fonolítico; (b) o haberse formado eventualmente sobre suelos pardos desaturados o fersialíticos desaturados.

Clasificación americana (7th aproximación 1967)

Las condiciones climáticas húmedas y relativamente cálidas, el grado de alteración en arcillas tipo 1:1 (haloisita) y en hidróxidos de hierro y de aluminio amorfos, e incluso gibsita, la presencia de un pseudo Bt (poco diferenciado), la existencia por otra parte de un suelo más limoso y ándico en su superficie, y una ausencia casi total de cutanes de iluviación, nos hacen pensar en la clasificación de este suelo en el orden de los ultisuelos, como udults, y en el grupo de andic hapludults.

Podemos concluir entonces en una formación compleja de andic umbrepts superficial, que fosiliza un paleudult.

Agradecimiento

Deseamos hacer constar nuestro agradecimiento al Dr. J. Galván por la microscopía electrónica y por sus acertadas orientaciones en la interpretación de la misma.

BIBLIOGRAFIA

- ADLER, H. H. et al. (1950). Infrared spectra of reference clay minerals American Petroleum Institute Projects, 49, Preliminary Report, núm. 8. Columbia University, New York.
- BIRREL, K. S., FIELDER, M., WILLIAMSON, K. I. (1955). Unusual forms of halloysite. *Emer. Min.*, 40, pp. 122-124.
- BROWN, G. (1961). The X-ray identification and crystal structure of clay minerals. Mineralogical Society (Clay min. gr.), London.
- FARMER, V. C., RUSSELL, J. D. (1964). The infrared spectra of layer silicates. *Spectrochimic. Acta*, 20, 1149-73.
- FERNÁNDEZ CALDAS, E., TEJEDOR SALGUERO, M. L. Andosoles Canarios. III. Intergrados Andosol-Tierra Parda oligotrófica. Características Físicas (en prensa).
- FLAIG, W., BEITELSPACHER, H. (1961). Infrarotspektren von anorganischen Bodenbestandteilen. *Leitz-Mitt. Wiss. u. Techn.*, 1, 199-202.
- HIDALGO, A., SERRATOSA, J. M. (1955). Espectros de absorción infrarroja de minerales de la arcilla, obtenidos mediante la técnica de comprimidos de BrK., *Anal. Edaf.*, pp. 269-292.
- HIDALGO, A., SERRATOSA, J. M. (BESOAIN, E.) (1964). Espectros de absorción infrarroja de la fracción arcilla de suelos volcánicos de Chile. *Anal. Edaf.*, 23, 293-303.
- HUNT, J. M., WISERD, P. M., BONHAM, L. C. (1950). Infrared absorption spectra of minerals and other inorganic compounds. *Anal. Chem.*, 22, pp. 1478-97.
- MOENKE, H. (1963). *Mineralspektren*, Akademie Verl., Berlin.
- MOLLOY, M. W., KERR, P. F. (1961). Diffractometer patterns of A. P. I. reference clay minerals. *Amer. Mineral.*, 46, pp. 583-605.
- ONUMA, K., HAYASHI, H. (1966). Infrared study of clay mineral from Japan. *Jour. of Tokyo Univers. (Nat. Sci.)*, pp. 1-15.
- RODRÍGUEZ-PASCUAL, C., MARTÍNEZ REYES, E. (1970). Espectros de absorción infrarroja de la fracción arcilla de sedimentos cuaternarios de la cuenca del Ebro. *Anal. Edaf.*, 29, pp. 369-79.
- SIEFFERMANN, G., MILLOT, G. (1969). Equatorial and tropical weathering of recent basalt from Cameroun: Allophanes, Halloysite, metahalloysite, kaolinite, gibbsite. *Int. Clay Conf.*, Tokyo.
- STUBICAN, V., ROY, R. (1961). Isomorphous substitution and infrared of the layer lattice silicates. *Am. Mineral.*, 46, pp. 32-51.
- SUDO, T., TAKAHASHI, H. (1955). Shapes of halloysite particles in Japanese clays. *Clays and Clay Minerals*. 4th. Nat. Conf., pp. 67-69.
- TEJEDOR SALGUERO, M. L., FERNÁNDEZ CALDAS, E.: Andosoles Canarios. II. Intergrados Andosol-Tierra parda oligotrófica. Características Morfológicas y Químicas (en prensa).

Recibido para publicación: 18-IX-74

ANDOSOLES CANARIOS-IV

por

C. RODRIGUEZ PASCUAL, P. QUANTIN, M. L. TEJEDOR,
SALGUERO y E. FERNANDEZ CALDAS



PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

Tomo XXXIV, Núms. 3-4.—MADRID, 1975

15 OCT. 1975

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 7773 Pedro