

MINERALOGIA DE ARCILLAS Y LIMOS EN ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS DE TENERIFE (ISLAS CANARIAS)

por

C. RODRIGUEZ-PASCUAL, E. FERNANDEZ CALDAS y A. BORGES PEREZ



PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA
TOMO XXX, NÚMS. 11-12.—MADRID, 1971

MINERALOGIA DE ARCILLAS Y LIMOS EN ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS DE TENERIFE (ISLAS CANARIAS)

por

C. RODRIGUEZ-PASCUAL, E. FERNANDEZ CALDAS y A. BORGES PEREZ

SUMMARY

THE CLAY AND SILT MINERALOGY OF SOME VOLCANIC SOILS FROM TENERIFE (CANARY ISLANDS)

The mineralogical composition of the clay and silt fractions from volcanic materials has been studied in some soils from Tenerife (Canary Islands).

The identification has been carried out by X-ray, infrared absorption and electron microscope techniques. In the clay fraction were found the following minerals: allophane, kaolinitic materials (mainly halloysite), micaceous minerals and sometimes montmorillonites, chlorite and interstratified minerals. As accessories, quartz, feldspar and α -cristobalite.

In the silt fraction were found: quartz, feldspar, kaolinitic and micaceous materials and sometimes haematites and amphiboles.

The general conclusions were that the clays from the north of Tenerife were more weathered and had greater proportion of montmorillonites and interstratified minerals.

INTRODUCCIÓN

La arcilla de un suelo se compone de un conjunto de agregados de finas partículas de coloides minerales, algunas de las cuales tienen estructura y composición definida. Los trabajos de rayos X probaron que esta fracción contiene partículas cristalinas y amorfas. Ahora bien, las arcillas de los suelos derivados de materiales volcánicos suelen estar constituidas, en algunos casos, casi exclusivamente de coloides y minerales amorfos. Uno de los componentes principales de estos suelos es el alofán, silicato aluminico amorfo o casi amorfo, que contribuye en gran parte a las propiedades fisico-químicas de estos suelos.

Durante los últimos quince años, un gran número de investigadores han puesto su atención en las arcillas de los suelos volcánicos. Hoy día

se conoce que en estos suelos el alofán encontrado posee una variación en cuanto a su composición química y diferentes grados de cristalinidad.

Investigadores en este campo tenemos principalmente en Japón (Aomine, 1955, 1957; Kanno et al., 1960; Wada, 1967; Kawasaki y Aomine, 1966; Uchiyama et al., 1968; Rusell, 1960), en Nueva Zelanda (Fieldes, 1954, 1955), y en Chile y España (García Vicente et al., 1961).

Los estudios realizados hasta la fecha sobre los suelos de las Islas Canarias son limitados. Podríamos citar los trabajos de Müller (1930), que realizó el análisis químico de rocas de tipo basáltico y traquifonolítico de la isla de Gomera; Hoyos y Soler (1957), sobre tierras pardas y ranker canarios; Kubiena (1956), con una contribución al estudio de la formación de los suelos en las Islas Canarias Occidentales; Sánchez Calvo (1958, 1961), que estudia el braunlehm y las tendencias de su alteración en las Canarias Occidentales (Tenerife, Gomera), así como alófana y otros coloides en las arcillas de estos suelos, y el de Aleixandre et al. (1962), que hace un estudio de la mineralogía de las arcillas de Gran Canaria.

Se ha puesto de manifiesto que la naturaleza mineralógica de la fracción arcilla de los suelos es de considerable valor para interpretar sus propiedades. De ahí nuestro interés en un mayor conocimiento de los minerales de las arcillas de los suelos de la isla de Tenerife.

Por ello, en el presente y sucesivos trabajos tratamos de determinar lo más detalladamente posible la constitución mineralógica de las arcillas de algunos suelos volcánicos de esta isla.

SUELOS EXAMINADOS

Las muestras estudiadas en este trabajo fueron tomadas a alturas inferiores a los 800 m., es decir, en cotas inferiores a la zona de las brumas, donde la humedad atmosférica es relativamente baja.

Se han estudiado 20 muestras de suelos, 11 de las cuales pertenecen a la región norte de la isla y 9 a la región sur; dentro de cada uno de los grupos hemos incluido suelos vírgenes y suelos cultivados.

Las muestras son las siguientes:

TENERIFE: norte		TENERIFE: sur	
Número	Localidad	Número	Localidad
1	«Garimba»	12	«Arico»
2	«Valle Guerra»	13	«Arona»
3	«Los Silos»	14	«Güimar»
4	«Icod»	15	«Granadilla»
5	«La Laguna»		
6	«Realejos»		
	} vírgenes		} vírgenes
7	1.584	16	1.549
8	1.625	17	1.600
9	16.328	18	1.649
10	16.335	19	1.655
11	16.487	20	15.897
	} cultivadas		} cultivadas

Todas las muestras fueron recogidas en el horizonte A, a una profundidad comprendida entre 0-20 cm.

PARTE EXPERIMENTAL

Las fracciones arcilla ($< 2 \mu$) y limo (partículas comprendidas entre 0,05-0,002 mm.) se obtuvieron por dispersión con «algón» (hexametafosfato sódico) y sifonaciones sucesivas. Las suspensiones extraídas se filtraron por succión a través de una bujía Chamberland de porosidad L-3.

En la fracción arcilla de todas las muestras se eliminó la materia orgánica mediante tratamiento con peróxido de hidrógeno de 20 volúmenes; los óxidos de hierro siguiendo el método del hidrosulfito sódico (Mackenzie, 1954), y los carbonatos con ácido acético N/2 (en aquellas arcillas que los contenían).

En las muestras así preparadas se realizaron las siguientes determinaciones:

a) Análisis por rayos X

En la fracción arcilla se hicieron diagramas de difracción de rayos X en agregados orientados secos al aire o después de absorber glicerina.

Otra parte de la arcilla fue tratada con NaOH 0,5 N, agitada con ultrasonido durante dos-tres minutos, con objeto de eliminar los óxidos amorfos de aluminio (Hashimoto et al., 1960); a continuación de este

tratamiento se obtuvieron nuevos diagramas de difracción del agregado orientado seco al aire y después de adsorber etilenglicol.

En la fracción limo se realizó el análisis por rayos X, mediante la técnica del polvo.

b) *Espectros de absorción infrarroja*

Los espectros se registraron en el espectrofotómetro Perkin-Elmer 225, que cubre la región espectral entre 4.000 y 250 cm^{-1} . Los registros de todas las muestras se realizaron utilizando como célula de absorción comprimidos de BrK.

Las concentraciones empleadas en los comprimidos de BrK fueron de, aproximadamente, 0,3 por 100 de muestra.

c) *Observación al microscopio electrónico*

Las muestras fueron preparadas por dispersión en agua con ultrasonido y vistas al microscopio electrónico por transmisión directa, en un aparato Philips EM-300.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) *Análisis por rayos X*

Debido a la gran cantidad de material amorfo observado en los primeros diagramas de difracción de rayos X, fue necesario hacer en todas las muestras una previa extracción de geles, utilizando para ello el método del hidrosulfito (Mackenzie, 1954).

La fracción arcilla derivada de suelos procedentes de materiales volcánicos presentan la característica común de tener gran cantidad de geles (óxidos e hidróxidos de hierro), así como gran proporción de silicatos aluminicos amorfos o casi amorfos, como el alofana. Por ello los difractogramas de rayos X de la fracción arcilla, después de destruida a fondo la materia orgánica, dan, por lo general, efectos de difracción muy débiles y por consiguiente la identificación de minerales cristalinos es muy difícil y a veces casi imposible.

La extracción de geles es de absoluta necesidad, ya que en estas muestras no sólo son muy absorbentes sino que producen abundantes radiaciones de fluorescencia, por lo que ocasionan la aparición de un gran fondo, y debido a esto el diagrama pierde definición. La figura 1 muestra los difractogramas de una arcilla donde se pone de manifiesto el efecto producido en los mismos por la extracción de geles mediante el método del hidrosulfito. En el diagrama a), obtenido antes de haber

sido destruidos los geles, no se puede apreciar con seguridad ningún mineral cristalizado de la arcilla, ya que los efectos de difracción que existen son muy débiles. En el diagrama b), obtenido después de eliminar los geles, se ven con claridad los efectos a 7,13 y 3,54 Å, entre otros, característicos de materiales caoliniticos (metahalosita), puestos éstos de manifiesto por otras técnicas, tales como microscopía electrónica y espectroscopía de absorción infrarroja. Los efectos de difracción a 9,9, 3,32 y 2,58 Å son atribuibles a los minerales micáceos.

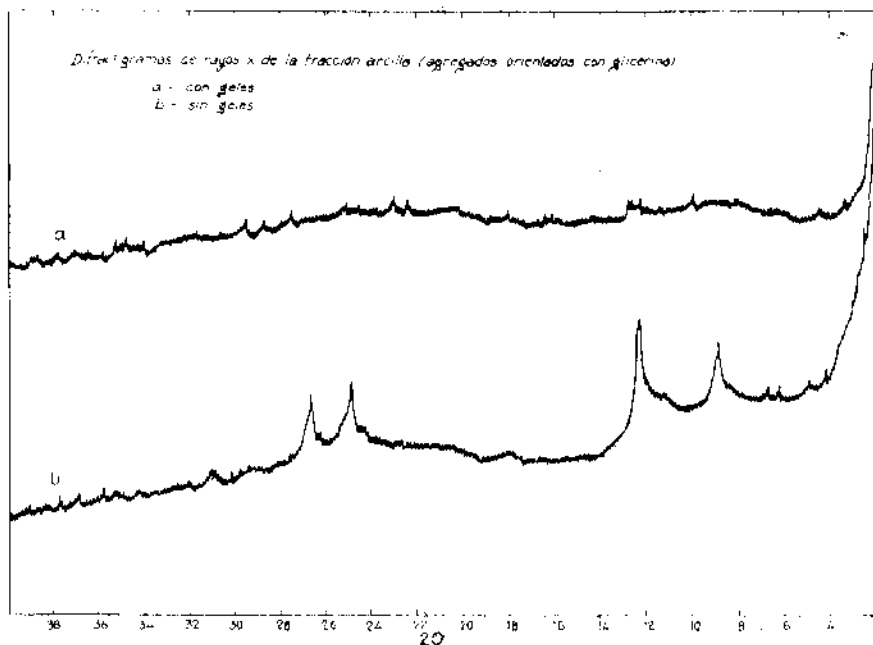


Fig. 1.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla (agregados orientados con glicerina): a, con geles; b, sin geles.

En la fracción arcilla de estos suelos, además de los filosilicatos caoliniticos y micáceos han sido frecuentemente encontrados minerales de 14 Å. Relativamente pocos datos precisos de análisis mineralógico pueden ser obtenidos del estudio de los diagramas de la fracción < 2 μ de estos suelos. El alofana es predominante, como se dijo anteriormente, en estos suelos y los minerales de la arcilla cristalinicos son más bien escasos. Por estas circunstancias, a pesar de quitar los geles, las intensidades de la reflexión de los filosilicatos por los rayos X son, en general, débiles y quedan enmascaradas por la gran cantidad de alofana. La técnica propuesta por Hashimoto y Jackson (1960) para quitar el alofana mejora en algunos casos las intensidades de las reflexiones debidas a los minerales cristalinicos de las arcillas. Sin embargo, este tratamiento, empleando NaOH 0,5 N, es demasiado drástico, y así lo

hemos comprobado en algunas de nuestras arcillas, ya que puede disolver o alterar a otros minerales existentes, aparte del alofana, cambiando como consecuencia las propiedades y composición mineralógica de la fracción arcilla.

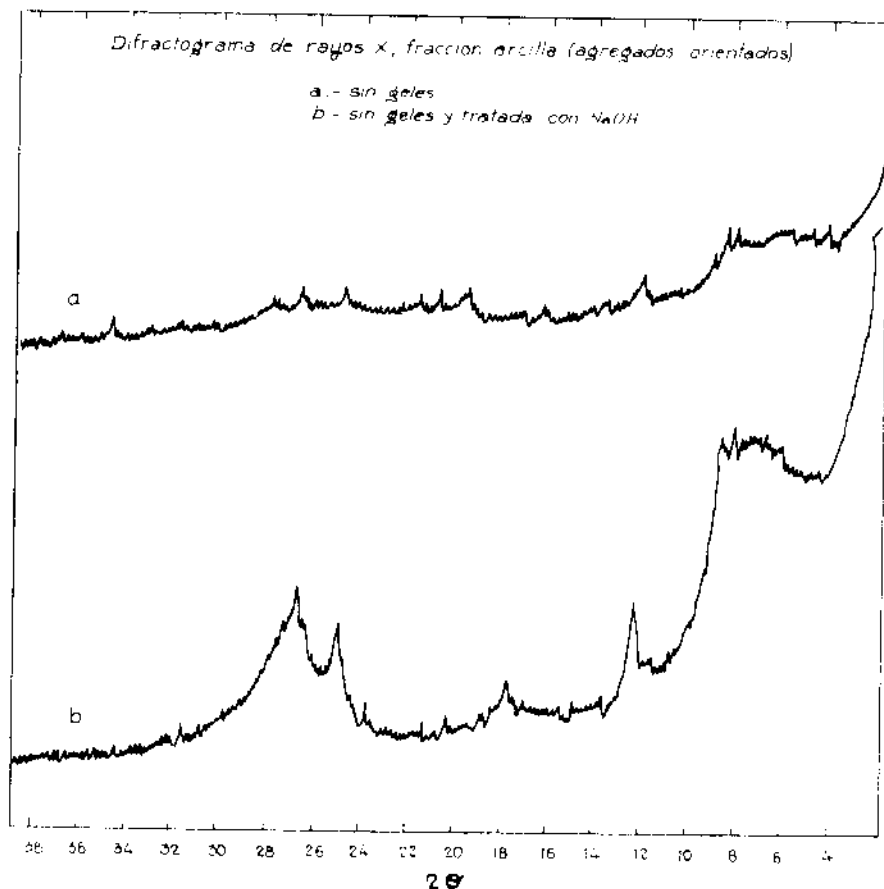


Fig. 2.—Diagrama de difracción de rayos X de la fracción arcilla (agregados orientados): a. sin geles; b. sin geles y tratadas con NaOH.

A pesar de ello, hemos tratado todas las muestras estudiadas con NaOH 0,5 N, obteniéndose diagramas de difracción que, en general, se intensifican, apareciendo inclusive algunas reflexiones que estaban enmascaradas por los geles de aluminio amorfos o casi amorfos y que pueden ayudar al estudio mineralógico de la fracción arcilla de los suelos de la isla de Tenerife. En la figura 2 se dan los difractogramas que ponen de manifiesto el efecto de dicho tratamiento: en el diagrama a) el alofana enmascara los efectos de difracción, siendo éstos débiles, mientras que en el b), obtenido después de destruir el alofana, se dan efectos de

difracción de mayor intensidad, con lo cual la identificación de los minerales es más fácil. Aparece una banda ancha que abarca valores 2θ comprendidos entre 5 y 8° (17.6 a 11 \AA), atribuible a minerales interstratificados. Las reflexiones a 7.1 y 3.54 \AA de minerales caoliníticos son

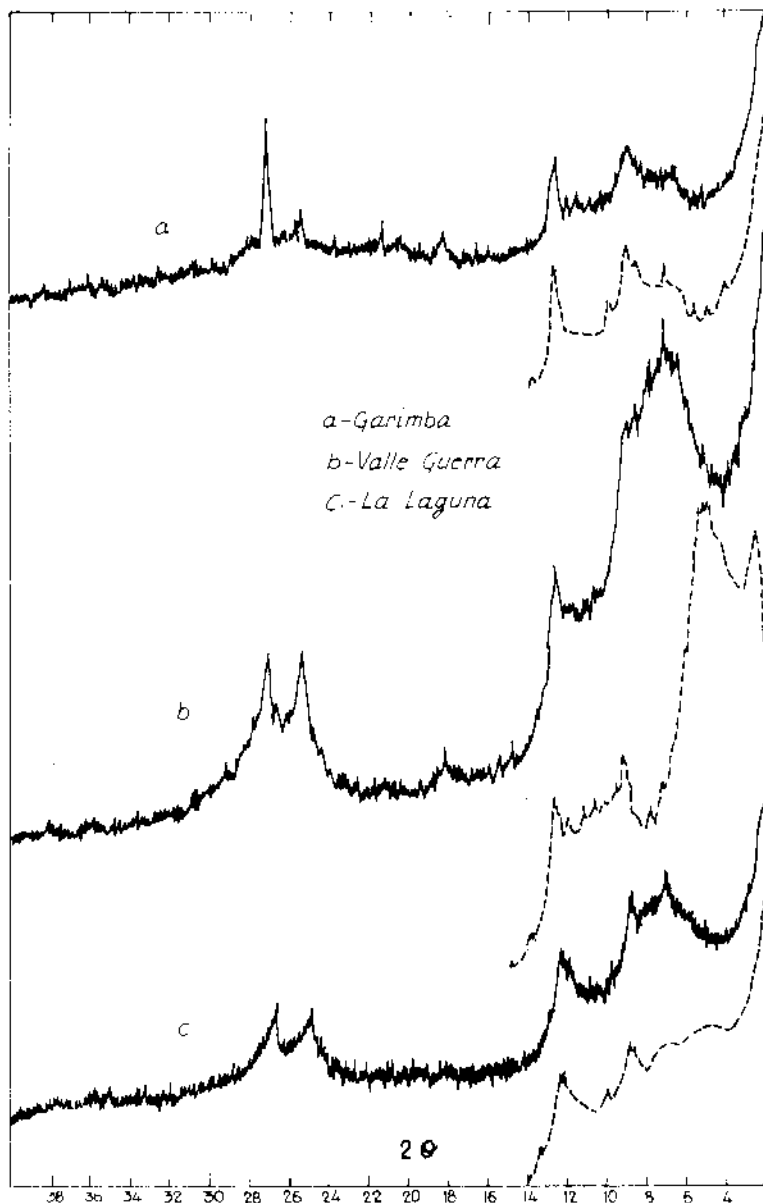


Fig. 3.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla sin geles: *a*, Garimba; *b*, Valle Guerra; *c*, La Laguna; ——— agregados orientados; - - - agregados orientados con glicerina.

también mucho más intensas, así como las de 9,9 y 3,32 Å de minerales micáceos.

Los diagramas de difracción de rayos X para las arcillas procedentes

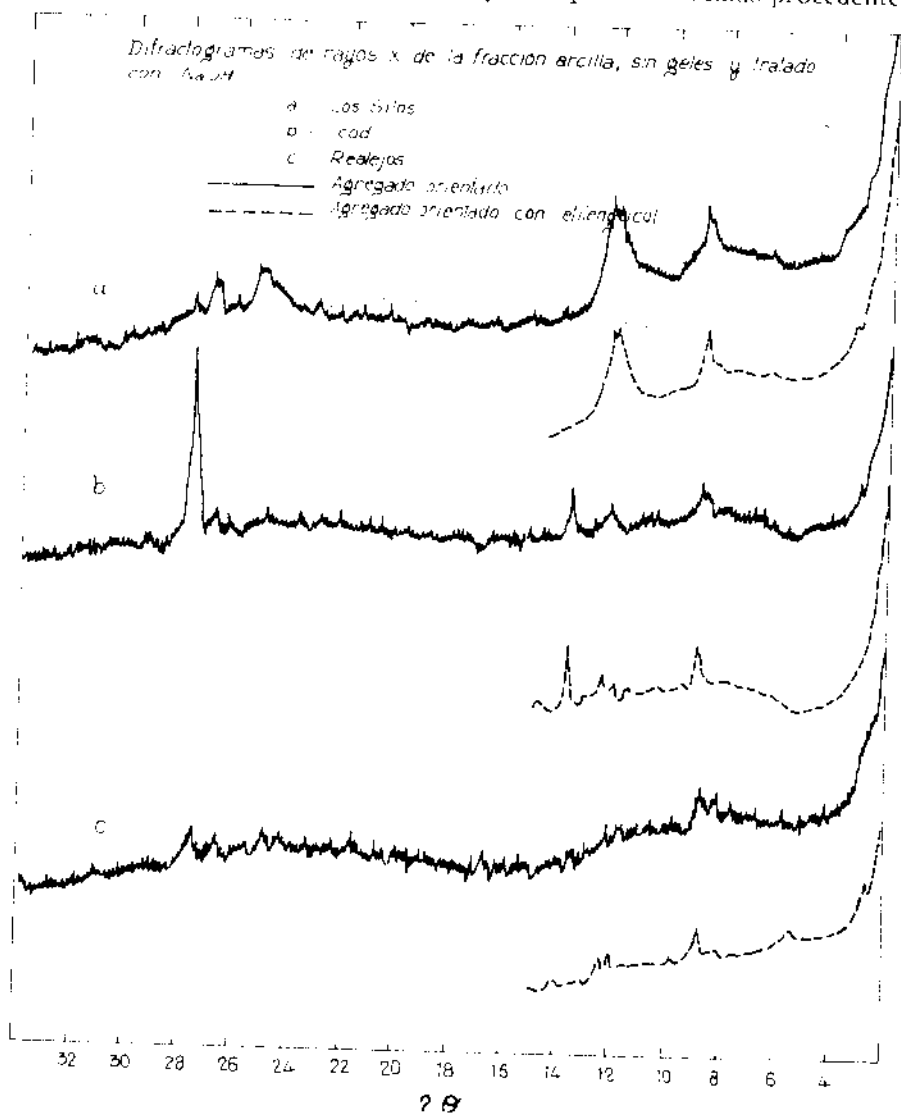


Fig. 4.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla sin geles y tratada con aNOH: a, Los Silos; b, Teod; c, Realejos; — agregados orientados; - - - agregados orientados con etilenglicol.

de los suelos vírgenes de la parte norte de la isla de Tenerife se dan en las figuras 3 y 4 (sólo se muestran aquéllos que hemos creído más significativos). De cada una de las muestras se han hecho varios diagramas:

sobre agregado seco al aire, saturado con glicerina, tratado con NaOH y este mismo con etilen-glicol.

Las muestras de Garimba, Valle Guerra, La Laguna tienen, a pesar de su naturaleza volcánica, una cristalinidad buena. En todos sus difractogramas se observan efectos de difracción de materiales caoliniticos, a 7,2, 3,54 y 2,38 Å; asimismo, éstos presentan las líneas correspondientes a minerales micáceos a 9,9, 4,98, 3,32 y 1,99 Å, entre otras; ahora bien, estas últimas líneas son anchas principalmente cuando la muestra se solvata con glicerina o etilen-glicol, lo cual hace suponer que estos filosilicatos se encuentran degradados.

Las muestras de Garimba y Valle Guerra contienen feldespatos puestos de manifiesto por los efectos a 3,24 y 3,18 Å; además, en la muestra de Garimba existe cuarzo: 4,26, 3,32 y 1,81 Å; y α -cristobalita 4,04 Å ($2\theta = 21,95^\circ$ C).

Todas ellas (Garimba, Valle-Guerra y La Laguna) muestran dos bandas anchas a 3,6 y 2,5 Å, que algunos autores atribuyen al alofana; asimismo contienen material de 14 Å, acompañados de minerales interestratificados. De las tres muestras, la que contiene mayor cantidad de montmorillonita es Valle Guerra, que se manifiesta por la aparición de una reflexión neta a 18,0 Å ($2\theta = 4,90^\circ$ C) tratando la muestra con glicerina. Los interestratificados presentes en las arcillas de Garimba y La Laguna no son expandibles por la solvatación con glicerina o etilen-glicol, lo que nos hace pensar en la existencia de clorita.

Estas tres muestras sufren una gran modificación con el tratamiento con NaOH, disolviéndose, en general, los minerales interestratificados junto con el alofana, e intensificándose las reflexiones debidas a los otros minerales caoliniticos, micáceos, feldespatos y cuarzo.

Las muestras procedentes de los suelos de Los Silos, Icod y Realejos son, con respecto a su composición mineralógica, bastante similares. Sus diagramas presentan efectos de difracción muy débiles; contienen alofana como dominante, bandas anchas a 3,6 y 2,5 Å, bastante material caolinitico 7,2, 4,44, 3,58 y 2,38 Å. Todas ellas presentan también minerales micáceos 10,0 y 3,34 Å, aunque en menor proporción que las muestras anteriores. Estas muestras contienen feldespatos 3,24 Å, y en el caso de Icod, en mayor proporción. Las arcillas de Los Silos, Icod y Realejos mejoran con el tratamiento con NaOH, dando efectos de difracción más intensos.

Existen también pequeñas cantidades de minerales de 14 Å que no sufren modificación con el tratamiento con glicerina o etilen-glicol, lo cual hace suponer la existencia de pequeñas cantidades de clorita.

Los difractogramas de las muestras procedentes de la zona norte de Tenerife, correspondientes a suelos cultivados (fig. 5), ponen de manifiesto que la cristalinidad es muy pobre; únicamente la muestra número 1.625 presenta efectos de difracción más pronunciados.

Los minerales identificados en todas estas muestras han sido: alo-

fana, minerales caolíníticos (metahaloisitas), minerales micáceos, en algunas de ellas minerales interstratificados (números 1.625, 16.328 y 15.487); montmorillonoides (núm. 1.584, 1.625 y 16.328) y clori-

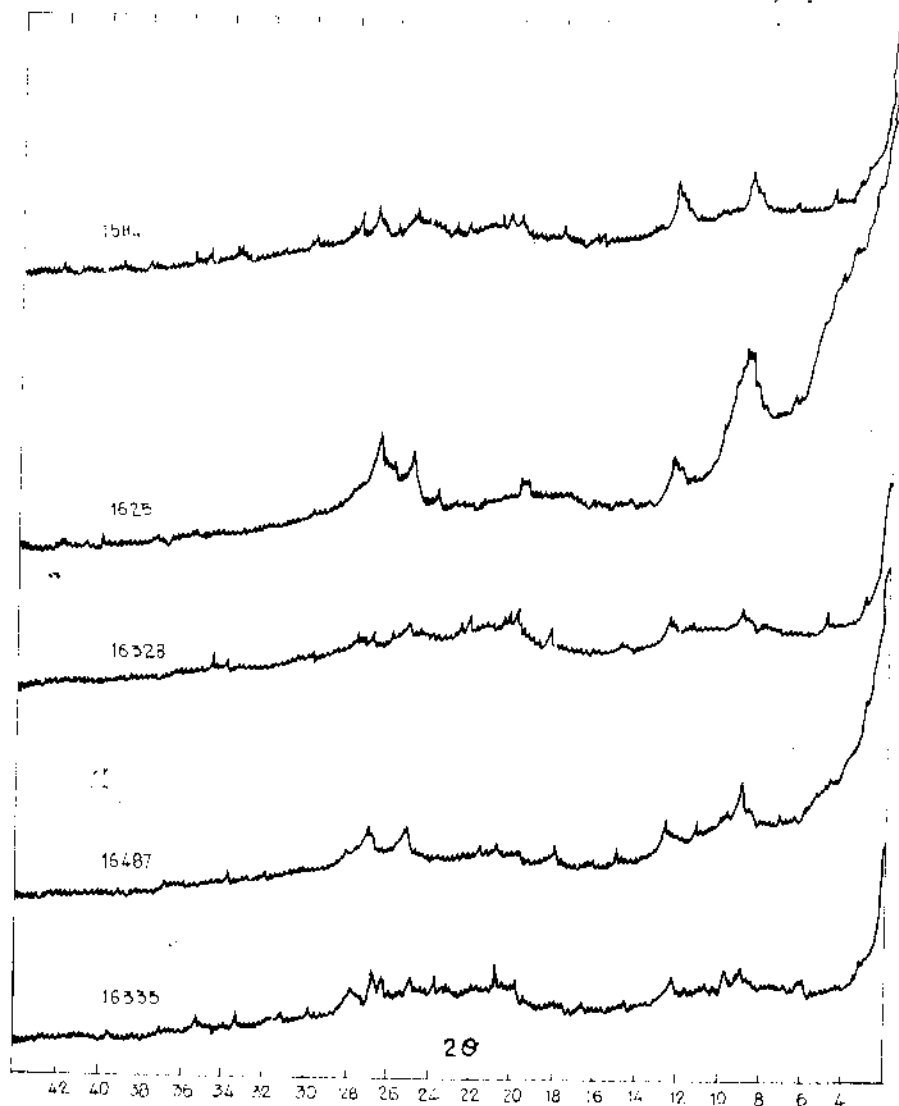


Fig. 5.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla sin geles (agregados orientados con glicerina).

ta (1.625 y 16.487); como minerales accesorios le acompañan cuarzo y generalmente feldspatos. Las muestras de arcilla números 1.584, 16.328 y 16.487 contienen α -cristobalita.

Según los difractogramas de rayos X, en las muestras de la zona

sur de Tenerife, nos encontramos con una cristalinidad media en las arcillas procedentes de Arona y Arico (fig. 6). Ambas tienen predominantemente minerales caoliniticos con efectos de difracción a 7,2; 2,58 y 2,38 Å entre otros; illita a 10,0, 4,98 y 3,32 Å, minerales interstratificados, montmorillonoides, cuarzo y feldespatos.

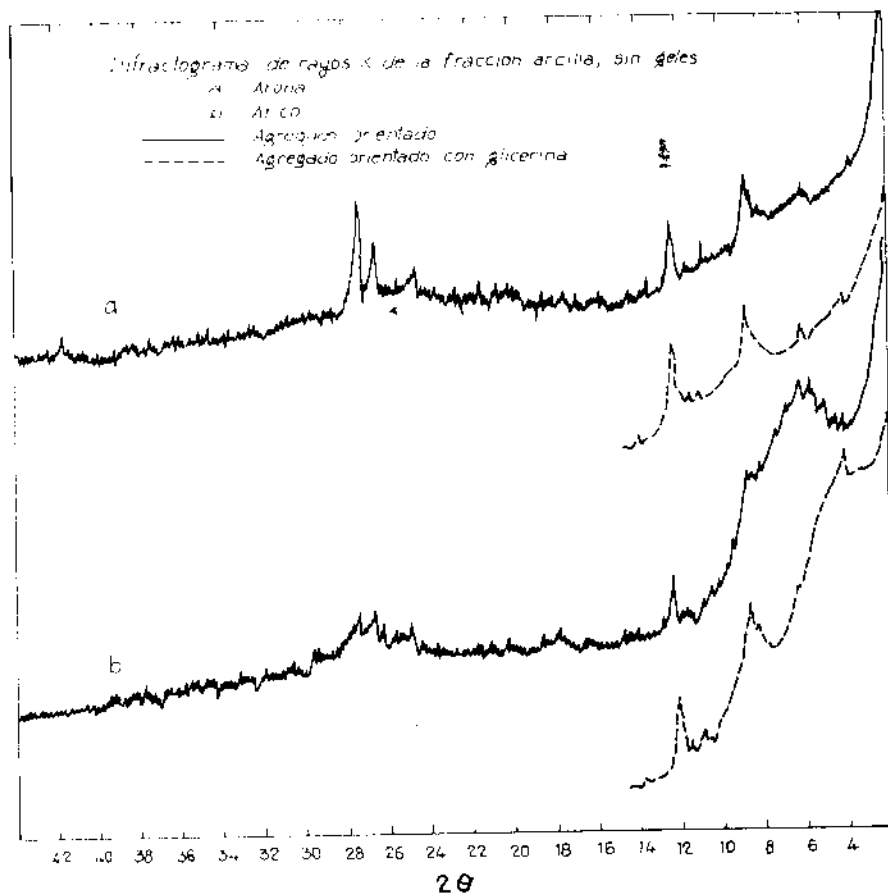


Fig. 6.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla sin geles: a, Arona; b, Arico; - - - agregados orientados; — — — agregados orientados con glicerina.

Las muestras de arcillas de Güimar y Granadilla (fig. 7), tienen peor cristalinidad que las anteriores y por consiguiente producen efectos de difracción más débiles; están también constituidas por alofana, minerales caoliniticos, minerales micáceos (en menor proporción en la muestra de Güimar), feldespatos y cuarzo.

Finalmente, los difractogramas de las arcillas procedentes de suelos volcánicos cultivados de Tenerife-sur (fig. 8), ponen de manifiesto que las muestras núm. 1.548 y 1.600 son las que tienen mejor grado de cris-

talinidad y como consecuencia tienen una composición mineralógica más análoga a las muestras de Arico y Arona. Estas arcillas están constituidas por alofana, minerales caolíníticos (haloisita), minerales micáceos en proporción media, minerales interestratificados, y como accesorios cuarzo y feldespatos.

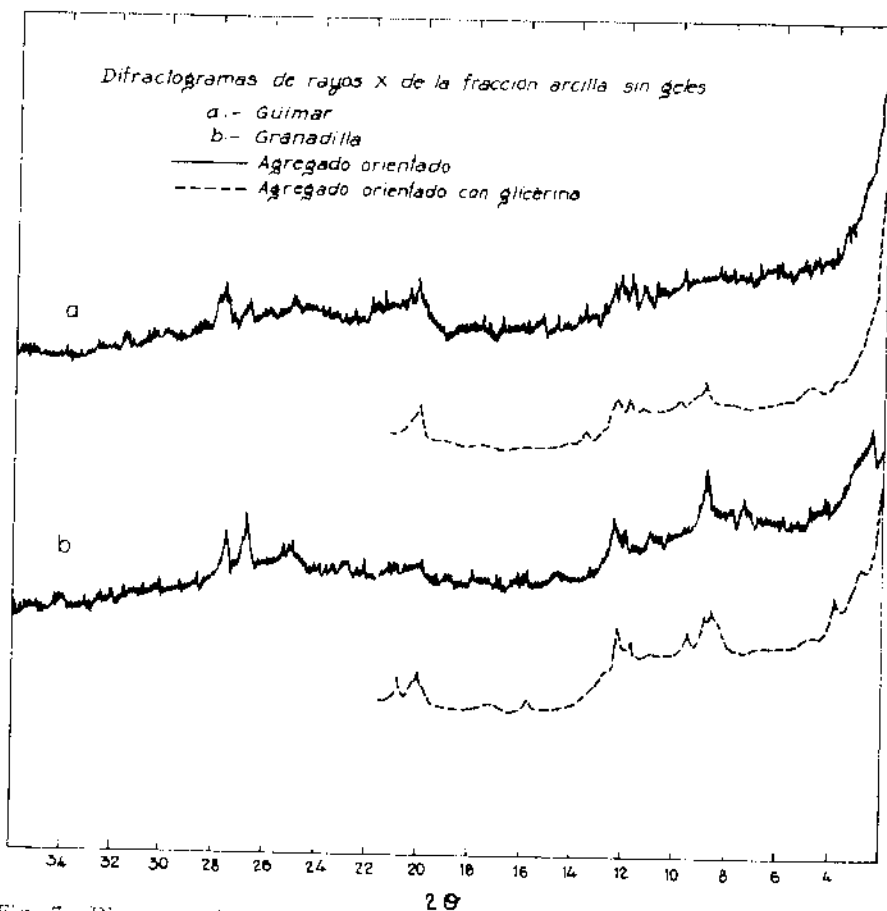


Fig. 7.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla sin geles: a. Guimar; b. Granadilla; — agregados orientados; - - - agregados orientados con etilenglicol.

En las muestras núms. 1.649, 1.655 y 15.897 la cristalinidad es baja dando difractogramas con efectos de difracción débiles, que mejoran con el tratamiento con NaOH por disolver el alofana.

La composición mineralógica de estas arcillas es similar a todas las estudiadas: alofana, minerales caolíníticos (haloisita), minerales interestratificados, minerales micáceos en menor proporción que en las muestras anteriores, procedentes de la parte sur y como minerales accesorios el cuarzo y los feldespatos, en pequeña cantidad.

Al comparar los minerales existentes en las diferentes arcillas de los suelos de Tenerife se observa una menor alteración en la región sur de la isla y como consecuencia una mayor proporción de minerales micá-

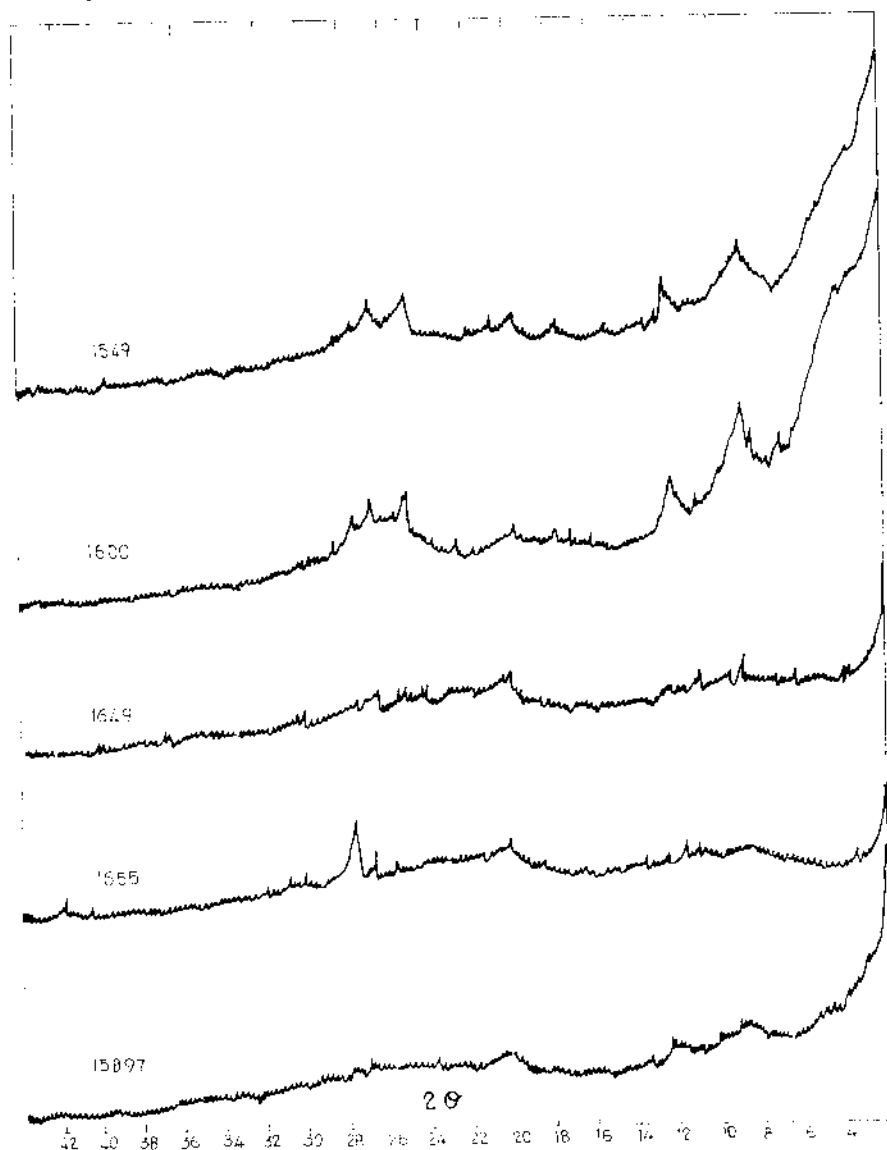


Fig. 8.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla sin geles (agregados orientados con glicerina).

ceos y cuarzo y menor cantidad de montmorillonoides, observándose, en general, ausencia de α -cristobalita.

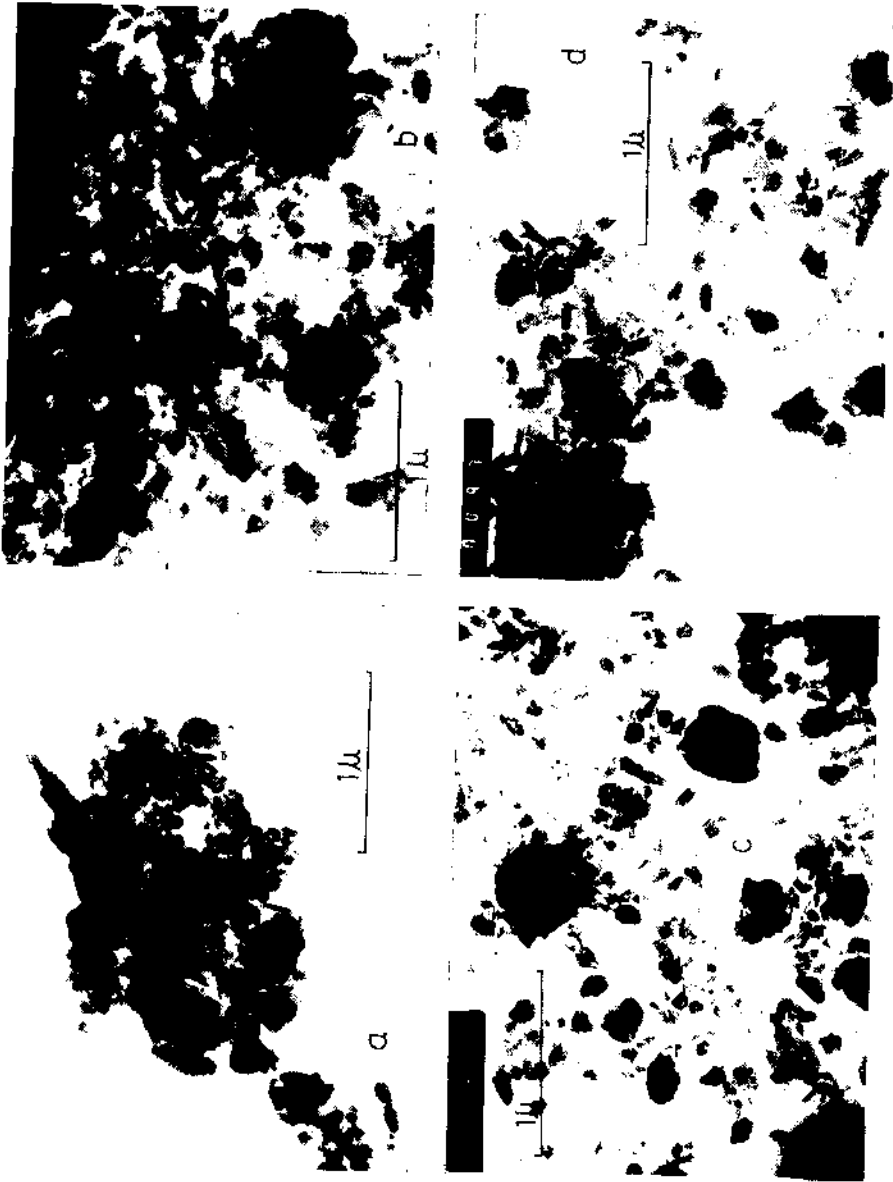


Fig. 9. — Microfotografías de la fracción arcilla de suelos de materiales volcánicos de Tenerife

- a. — Garimba
- b. — Valle Guerra
- c. — Los Sitos
- d. — La Laguna

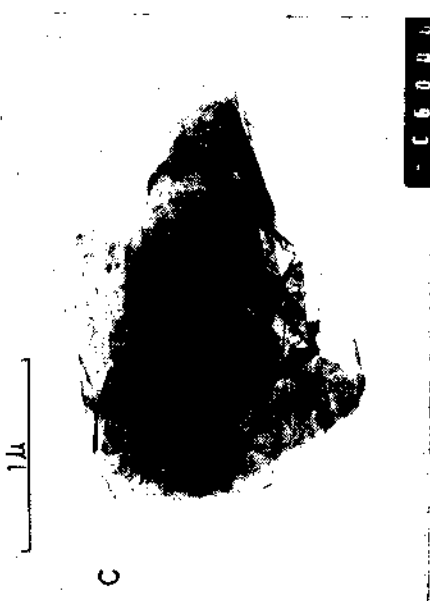


Fig. 10. — Microfotografías de la fracción arcilla de suelos de materiales volcánicos de Tenerife

- a. — Arico
- b. — Granadilla
- c. — Güümar

b) *Microscopio electrónico*

Se han seleccionado algunas de las microfotografías obtenidas de las muestras de arcilla procedentes de los suelos volcánicos de la isla de Tenerife y mostrándose éstas en las figuras 9 y 10.

En todas ellas se da, en general, evidencia de alofana como mineral predominante que aparece constituyendo grandes masas voluminosas típicas, micro-haloisita junto con haloisita que están formándose por arrollamiento de láminas; a veces se observan cristales pseudohexagonales de caolinita, minerales micáceos y montmorillonita.

Todas las microfotografías correspondientes a las arcillas procedentes de la parte norte muestran tamaño de partícula más pequeño que las del Sur. Del mismo modo se observan grandes láminas de micas en las arcillas del sur, como se ve en la microfotografía de la muestra de Güimar.

c) *Espectros de absorción infrarroja*

Los espectros de absorción infrarroja de las muestras de arcillas procedentes de la zona norte de los suelos volcánicos de Tenerife (virgenes) se representan en las figuras 11 y 12.

En todos los espectros correspondientes a estas arcillas se encuentran las bandas características de los minerales caoliníticos (haloisita) a 3695, 3620, 1112, 1035, 910, 750, 540, 465 y 430 cm^{-1} . Las dos primeras bandas a 3695 y 3620 cm^{-1} son originadas por las vibraciones de valencia de los grupos OH.

Es un hecho el que la banda a 1012 cm^{-1} de la haloisita típica no aparece, quedando reducida, en general, a un hombro y que las bandas a 910 y 540 cm^{-1} originadas por las vibraciones Al-OH son menos marcadas que las correspondientes a un mineral puro.

Las arcillas de estos suelos están formadas principalmente por minerales caoliníticos (haloisita), hecho que ha sido puesto de manifiesto por rayos X. Las microfotografías electrónicas también nos confirman la existencia de formas incipientes (láminas en arrollamiento) y tabulares tenues de haloisita, pudiendo apreciarse además por ellas que estamos ante minerales bastante alterados con corrosión marginal y observándose también presencia del alofana.

En la región de 600 a 400 cm^{-1} todos los espectros de estas muestras presentan un grupo de fuertes bandas de absorción que están situadas a 534, 465 y 430 cm^{-1} , características de silicatos aluminicos. Esto nos demuestra que todas las arcillas procedentes de estos suelos volcánicos son predominantemente de este tipo de filosilicatos con escasas sustituciones isomórficas de aluminio por magnesio y hierro, en la capa octaédrica.

Junto a las bandas características de los minerales caoliniticos aparece, en algunas muestras, un doblete bien definido, 798-778 cm^{-1} , atribuible al cuarzo.

Los espectros de las arcillas de Icod y Realejos son los que están más influenciados por el alofana y montmorillonoides, así pues la banda a 910 cm^{-1} debida a la vibración Al-OH se debilita, apareciendo en el

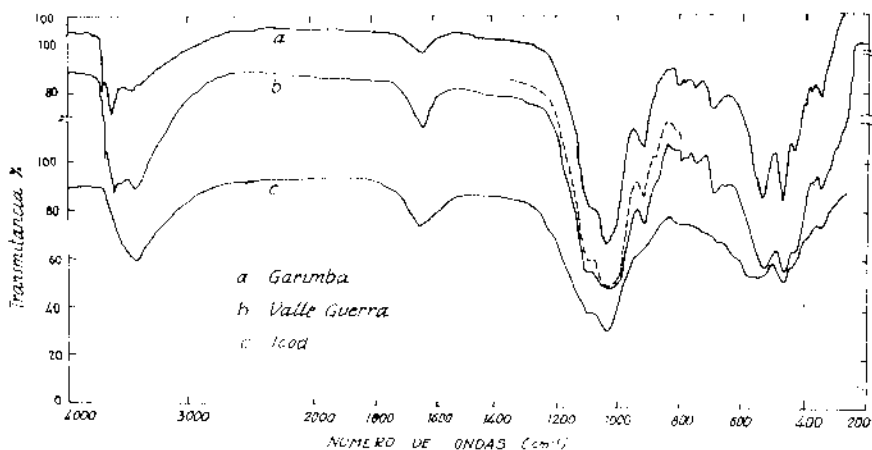


Fig. 11.—Espectros de absorción infrarroja entre 4.000 — 250 cm^{-1} de arcillas de suelos de «Garimba», «Valle Guerra» e «Icod».

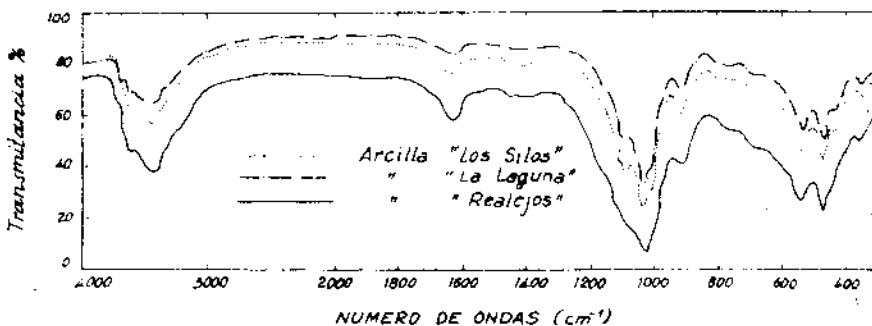


Fig. 12.—Espectros de absorción infrarroja entre 4.000 — 250 cm^{-1} de arcillas de suelos de «Los «Silos», «La Laguna» y «Realejos».

caso de la muestra de Icod en forma de hombro. La banda a 534 cm^{-1} en ambas se ensancha, haciéndose también menos intensa como consecuencia del mayor número de sustituciones isomórficas de aluminio por magnesio y hierro.

Algunos de los componentes de las arcillas determinados por otras técnicas (minerales micáceos, clorita, feldespatos, α -cristobalita) no han podido ser identificados por los espectros de absorción infrarroja debido

probablemente a que las bandas de los minerales caolíníticos enmascaran las absorciones características de estos minerales y además a que éstos se encuentran en menor proporción.

Los espectros de absorción infrarroja de las arcillas de los suelos de la zona norte de Tenerife (cultivados) se representan en las figuras 13 y 14, mostrando como los anteriores las bandas típicas de materiales caolíníticos a 3695, 3620, 1092, 1032, 910, 750, 534, 456 y 430 cm^{-1} .

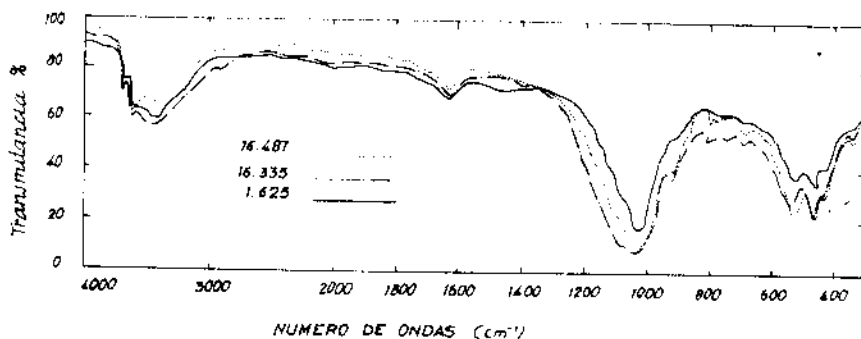


Fig. 13.—Espectros de absorción infrarroja entre 4.000—250 cm^{-1} de arcillas de suelos de Tenerife-norte.

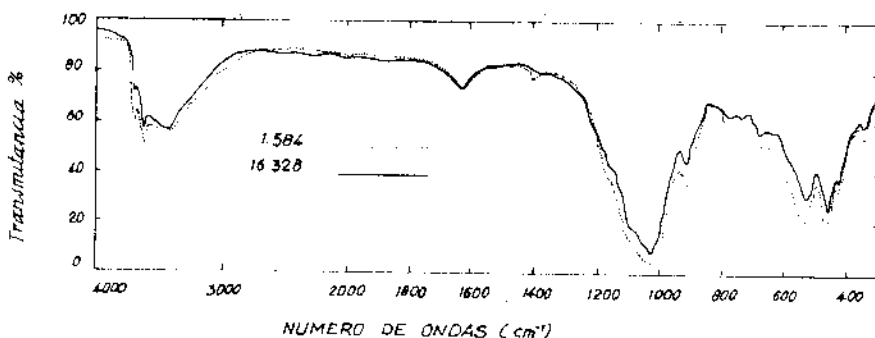


Fig. 14.—Espectros de absorción infrarroja entre 4.000—250 cm^{-1} de arcillas de suelos de Tenerife-norte.

Junto a las bandas características de los minerales caolíníticos aparece, en algunas muestras, un doblete bien definido, 798-778 cm^{-1} del cuarzo.

La arcilla núm. 1.625 presenta un espectro algo diferente. En él vemos que aparece una banda a 872 cm^{-1} originada por la vibración Fe-OH y observándose que las bandas a 910 y 534 cm^{-1} se atenúan como consecuencia del mayor número de sustituciones isonórficas, esto es debido como se ve por los diagramas de difracción de rayos X, a la mayor proporción de minerales interstratificados que contiene.

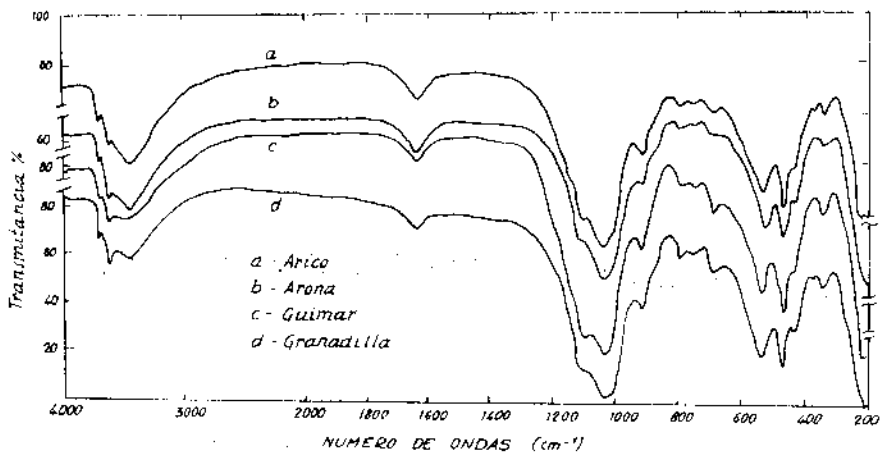


Fig. 15.—Espectros de absorción infrarroja entre 4.000—250 cm⁻¹ de arcillas de suelos de «Arico», «Arona», «Güimar» y «Granadilla».

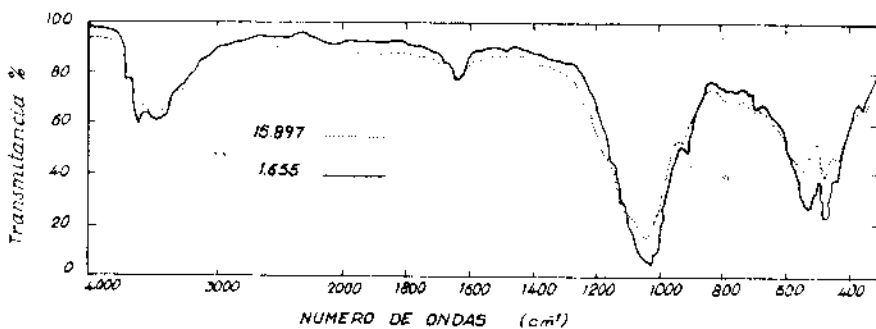


Fig. 16.—Espectros de absorción infrarroja entre 4.000—250 cm⁻¹ de arcillas de suelos de Tenerife-sur.

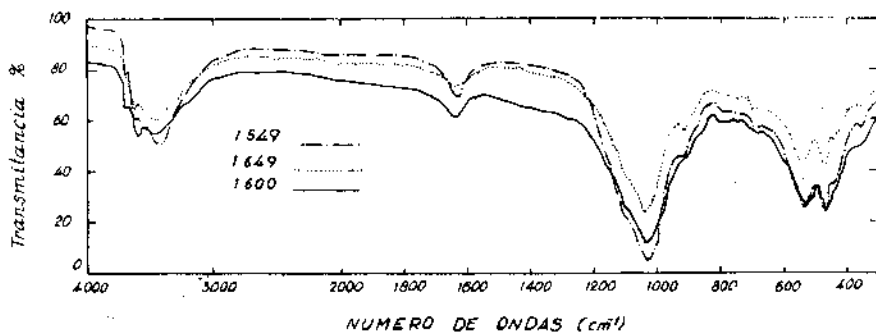


Fig. 17.—Espectros de absorción infrarroja entre 4.000—250 cm⁻¹ de arcillas de suelos de Tenerife-sur.

Los espectros de absorción infrarroja de las arcillas de los suelos de la zona de Tenerife sur se representan en las figuras 15, 16 y 17. En todos se encuentran las bandas características de los minerales caoliniticos (ha-

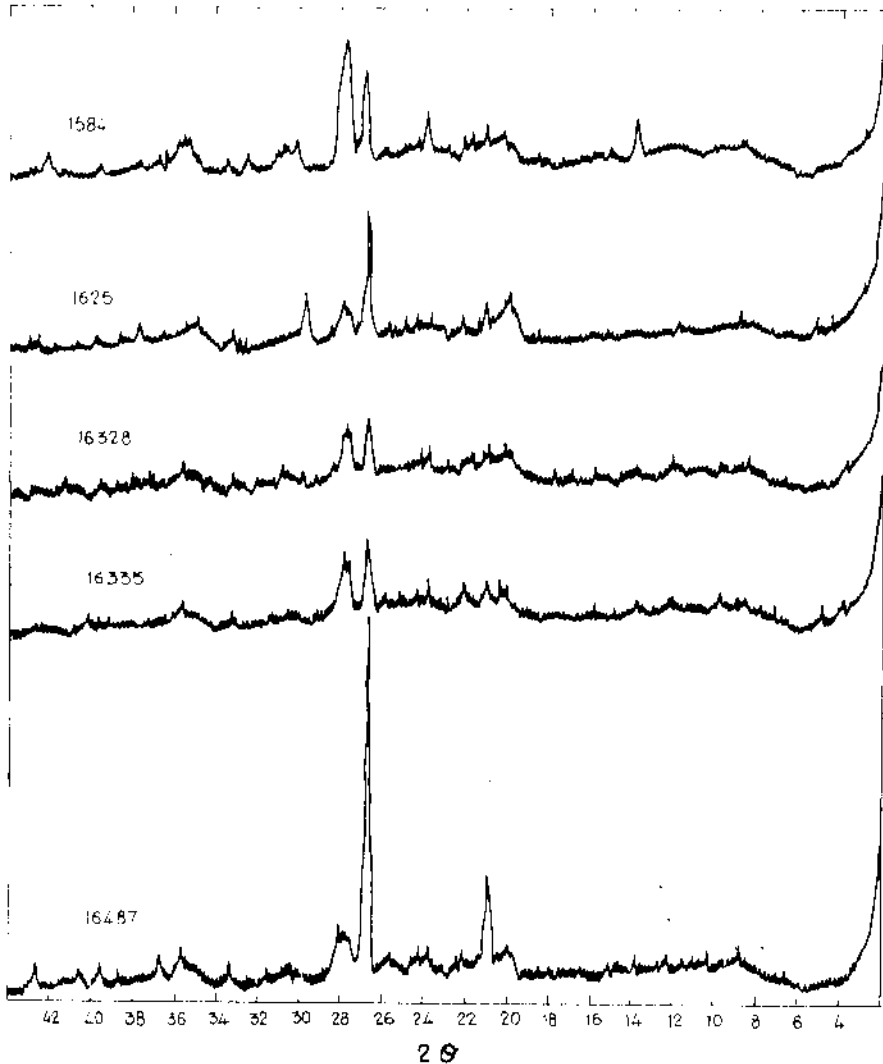


Fig. 18.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción limo de varios suelos de materiales volcánicos de Tenerife.

loisita) a 3695, 3620, 1112, 1035, 910, 750, 534, 465 y 430 cm^{-1} . A veces se observa que los espectros de absorción infrarroja están algo modificados, debido a que dichos minerales están en mezcla con otros minerales de las arcillas (alofana, minerales micáceos, montmorillonoides, et-

cétera), así la muestra de Güimar pone de manifiesto su carácter montmorillonítico. Aparece también el doblete a $798-778\text{ cm}^{-1}$ típico del cuarzo.

Los espectros de absorción infrarroja de estas arcillas están de acuerdo con los datos obtenidos por otras técnicas estudiadas.

* * *

Se han seleccionado algunos de los difractogramas obtenidos de la fracción limo de los suelos volcánicos de Tenerife, los cuales se representan en la figura 18.

En todos estos diagramas se observan los efectos de difracción a 4,24, 3,33 y 1,81 Å, característicos del cuarzo; asimismo 4,22, 3,20, 3,18, 2,97 y 2,52 Å atribuibles a feldespatos, los de 7,2 y 2,38 Å de materiales caoliniticos; los de 10,0, 4,98 y 3,33 Å, debidos a minerales micáceos. En algunos de los diagramas aparecen efectos de difracción a 2,69, 2,59 y 1,96 Å, característicos de hematites y el de 8,48 Å de anfíboles.

Como se ven los limos de estos suelos están formados por cuarzo, feldespatos, materiales caoliniticos y minerales micáceos, estos últimos en pequeña proporción dando como consecuencia efectos de difracción débiles. En algunos de los limos se observa presencia de hematites y anfíboles.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Todas las arcillas procedentes de suelos derivados de materiales volcánicos de la isla de Tenerife tienen la característica común de estar constituidos mineralógicamente por minerales caoliniticos, principalmente en forma de haloisita de pequeño tamaño y alofana; también se observa pequeña proporción de minerales micáceos, así como minerales de 14 Å, que han sido identificados como montmorillonoides y en algunos casos como clorita. En algunas muestras se presenta una ancha banda a ángulos bajos, es decir, entre $2\theta = 8,8^\circ$ y $6,3^\circ$ C (10 y 14 Å), que pone de manifiesto que estas arcillas contienen minerales interstratificados. Como en estos suelos la cantidad de minerales micáceos siempre es pequeña, pues incluso en las fracciones limo analizadas, por medio de difracción de rayos X, muestran efectos muy débiles, hace suponer que los minerales interstratificados, así como los de 14 Å, proceden todos ellos de los piroxenos y anfíboles, muy abundantes en estas muestras, hecho que ha sido puesto de manifiesto mediante el análisis mineralógico de la fracción arena de estos suelos. Dichos materiales (minerales de 14 Å e interstratificados) se han formado, según sugirieron Kawasaki y Aomine (1966), siguiendo el proceso de meteorización siguiente:

Piroxenos (anfíboles) → Mg-clorita → Montmorillonita → Interstratificados → Al-clorita.

Como minerales accesorios, en estas arcillas de suelos volcánicos de Tenerife aparecen, en general, y en pequeña proporción cuarzo, feldespatos y α -cristobalita.

Cuando se comparan las arcillas procedentes de la parte norte de la isla con las de la parte sur se aprecia, en general, menos alteración en estas últimas y como consecuencia todas estas muestras tienen mayor proporción de minerales micáceos, así como de cuarzo y feldespatos.

Las arcillas de la zona norte, que están más alteradas, tienen mayor proporción de minerales interstratificados y de 14 Å (montmorillonoides, clorita).

RESUMEN

Se estudia la composición mineralógica de las fracciones arcilla y limo procedentes de suelos formados a partir de materiales volcánicos en Tenerife (Islas Canarias).

La identificación se ha llevado a cabo mediante el empleo de las siguientes técnicas: análisis por difracción de rayos X, espectroscopía de absorción infrarroja y observación al microscopio electrónico. En fracción arcilla se ha comprobado la existencia de los siguientes minerales: alofana, minerales caoliniticos (principalmente haloisita), minerales micáceos y en algunos casos montmorillonoides, clorita y minerales interstratificados. Como accesorios, a veces, cuarzo, feldespatos y α -cristobalita.

La fracción limo está formada por cuarzo, feldespatos, materiales caoliniticos y micáceos, en algunos casos, hematites y anfíboles.

Se llega a la conclusión en el estudio realizado que las arcillas de la parte norte de la isla están más alteradas y contienen mayor proporción de montmorillonoides y minerales interstratificados que la parte sur.

AGRADECIMIENTO

Deseamos hacer constar nuestro agradecimiento al Dr. D. J. Alonso por la obtención de las microfotografías electrónicas.

Instituto de Edafología y Biología Vegetal.—Madrid
Centro de Edafología y Biología Aplicada, Tenerife

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDRE, V., GARCÍA VICENTE, J. y ALEXANDRE, T. 1962. Estudio de la composición mineralógica de las arcillas de los suelos volcánicos españoles. An. Edaf. Agrob., 21, 117-158.
- AOMINE, S. and YOSHINAGA, N. 1955. Clay minerals of some well drained volcanic-ash soils in Japan. Soil Sci., 79, 340-358.
- AOMINE, S. 1958. Allophane in soils. J. Sci. Soil Manure, Japan, 28, 508-516.

- FIELDS, M. and SWINDALE, L. D. 1954. Chemical weathering of silicates and soil formation. *N. Z. J. Sci. and Tech.*, **36**, 140-154.
- FIELDS, M. 1955. Clay mineralogy of New Zealand soils. Part II: Allophane and related mineral colloids. *N. Z. J. Sci. Tech.*, **37**, 336-350.
- GARCÍA VICENTE, J. y BESOAIN, E. 1961. Mineralogía de las arcillas de algunos suelos volcánicos de Chile. *An. Edaf. Agrob.*, **20**, 497-550.
- HASHIMOTO, I. and JACKSON, M. L. 1960. Rapid dissolution of allophane and kaolinite-hallosite after dehydration. *Clay Minerals*, 7th Natl. Conf. on Clays and Clay Minerals, 102-113.
- HOYOS, A. y SOLER, V. 1957. Estudio de tierras pardas y ranker canarios, en relación con la naturaleza de la roca madre. *An. Inst. Edaf.*, **16**, 297-380.
- KUBIENA, W. L. 1956. Material zur Geschichte der Bodenbildung auf den Westemcaren (unter Einschluß von Gran Canaria). VI Congress International de la Science du Sol. Paris. V. E., 241-246.
- KANNO, I., KUWANO, Y. and HONJO, Y. 1960. Clay minerals of gel-like substances in pumice bed. *Adv. Clay Sci. (Japan)*, **2**, 355-365.
- KAWASAKI, A. and AOMINE, S. 1960. So-called 14 Å clay minerals in some ando soils. *Soil Sci. Plant Nutr. (Tokyo)*, **12**, 144-150.
- MACKENZIE, R. C. (MITCHELL, B. D.). 1954. Removal of free iron oxide from clays. *Soil Sci.*, **77**, 173-184.
- MÜLLER, W. 1930. Untersuchungen über das Grundgebirge der Insel. La Gomera (Canarien). *Chemie der Erde*. IV, 369-394.
- RUSELL, J. D., MCHARDY, W. J. and FRASER, A. R. 1939. Imogolite: a unique aluminum silicate. *Clay Minerals*, **8**, 87-99.
- SÁNCHEZ CALVO, M. C. 1958. El braunlehm y las tendencias de su alteración en las Canarias Occidentales. I. *An. Edaf. Fisiol. Veg.*, **17**, 407-437.
- SÁNCHEZ CALVO, M. C. 1961. Alofana y otros coloides en las arcillas de braunlehm y sus alteraciones en las Canarias Occidentales. *An. Edaf. Agrob.*, **20**, 189-208.
- UCHIYAMA, N., MASUI, J. and STOJT, S. 1968. Crystalline clay minerals of the soils derived from recent volcanic ashes in Hokkaido, Japan. *Soil Sci. Plant Nutr. (Tokyo)*, **14**, 133-140.
- WADA, K. 1967. A structural scheme of soil allophane. *Amer. Mineral.*, **52**, 690-708.