

CARACTERISTICAS MINERALOGICAS DE LA
FRACCION INFERIOR A 2 μ EN VITRANDEPTS
EVOLUCIONADOS (III)

por

E. FERNANDEZ CALDAS, O. CABEZAS-VIANO, M. L. TEJEDOP
SALGUERO y C. RODRIGUEZ PASCUAL



PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA
TOMO XXXVI, Núms. 5-6 — MADRID, 1977

CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS DE LA FRACCIÓN INFERIOR A 2μ EN VITRANDEPTS EVOLUCIONADOS

III

por

E. FERNÁNDEZ-CALDAS (*), O. CABEZAS-VIAÑO (*), M. L. TEJEDOR-
SALGUERO (*) y C. RODRÍGUEZ-PASCUAL (**)

SUMMARY

MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CLAY FRACTION ($< 2\mu$) OF DEVELOPED VITRANDEPTS. III

The mineralogical composition of the clay fraction ($< 2\mu$) of two soil profiles from Izaña and Portillo, have been studied by X-ray diffraction and I. R. absorption techniques. Minerals of the kaolin group, mainly halloysite, are predominant in the clay specimens, and disordered kaolinite is present. Illite is also found in some soils horizons.

Primary minerals present in the clay fraction of both profiles are feldspars.

Piroxenes, quartz, α -cristoballite and hematites are also found in some soils horizons.

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior (Cabezas Viaño, Rodríguez-Pascual, Fernández Caldas, Hernández Moreno, 1975), destacamos las características climáticas de una región de la isla de Tenerife, donde se encuentra el grupo de suelos que hemos clasificado como Vitrandepts Evolucionados. Estos datos nos van a permitir relacionar la climatología de la región con las características mineralógicas de los materiales de la fracción inferior a 2μ que se encuentran en estos suelos.

Los Vitrandepts Evolucionados de la isla de Tenerife se encuentran

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

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

situados en la zona de las Cañadas del Teide, a unos 2.200-2.400 m de altitud.

El clima de esta región se caracteriza por fuertes contrastes estacionales y diarios, y tienen especial interés por su efecto en la formación y evolución de los suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas y que presentan actualmente características ándicas.

Para establecer la clasificación climática de esta zona hemos utilizado datos de temperatura y pluviometría correspondientes a la estación de Izaña, situada a 2.367 m de altitud. Estos datos corresponden a un periodo de diez años (1963-1972). La ficha climática se encuentra en la tabla I.

El mes más lluvioso es noviembre, con una media total de 164 mm. La pluviometría total anual es de 536 mm; los meses más secos corresponden a julio y agosto, en los que las cantidades recogidas son inapreciables.

Los valores de temperatura mínima oscilan entre -7 y 5° C, y los de máxima, entre 16 y 28° C.

En la gráfica 1 presentamos el diagrama Umbrotérmico o de Gaussen.

Para la clasificación climática damos a continuación los siguientes índices:

Índice de Lang, $I = \frac{P}{T} = 55,8$, corresponde a una zona húmeda de estepa y sabana.

Índice de Martonne, $I = \frac{P}{T + 10} = 27,3$, corresponde a una zona subhúmeda.

Índice de Dantin y Revenga, $I = \frac{T}{P} \times 100 = 1,7$; corresponde a una zona húmeda.

La fórmula climática de Thornthwaite se presenta en la tabla II.

Según el diagrama de Thornthwaite, gráfica 2, hay un exceso de agua en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y parte de abril (23,5 cm). El agua de reserva se utiliza en parte de abril y mayo. El déficit hídrico corresponde a junio, julio, agosto y septiembre, con 39,3 cm.

Asimismo, es de destacar que a estas cotas la higrometría del aire es muy baja, así como el contenido de partículas de polvo en suspensión, por lo que las radiaciones solares inciden plenamente sobre el suelo; como consecuencia, el enfriamiento nocturno es también muy considerable.

Estas condiciones climáticas determinan en estos suelos una rápida evolución de los productos de alteración hacia formas bien cristalizadas, encontrándose en ellos conjuntamente formas tubulares de haloisita y

TABLA I

I z a ñ a (ficha climática)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Medias y totales
t.....	48	4.5	5.7	6.9	10	14	18.2	17.8	13.4	10.6	6.5	3.7	9.67
E. V. T.....	2.00	1.76	2.73	3.42	5.66	8.12	10.26	9.60	6.73	5.10	2.61	1.53	59.42
P cm.....	5.61	9.11	4.14	2.04	0.89	0.24	0	0.14	2.22	3.88	16.41	8.91	53.60
Variación de la reserva....	0	0	0	-1.38	-4.67	-3.95	0	0	0	0	10	0	0
Reservas.....	10	10	10	8.62	3.95	0	0	0	0	0	10	10	0
Evaporación real.....	2.00	1.76	2.73	2.04	0.89	0.24	0	0.14	2.22	3.88	2.61	1.53	20.04
Falta de agua.....	0	0	0	1.38	4.67	7.88	10.26	9.46	4.51	1.22	0	0	39.58
Exceso de agua.....	3.61	7.35	1.41	0	0	0	0	0	0	0	3.80	7.98	23.55
Desagüe.....	4.03	5.68	3.54	1.77	0.83	0.42	0.22	0.11	0.1	0	1.90	4.64	0
Coefficiente de humedad...	1.80	4.17	0.51	0	0	0	0	0	0	0	5.28	4.82	0

T A B L A I I

I z a ñ a (Tenerife) Fórmula climática

	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Medias y totales
f.....	0.91	0.88	1.03	1.07	1.16	1.16	1.18	1.13	1.02	0.98	0.90	0.90	
t.....	4.8	4.5	5.7	6.9	10	14	18.2	17.4	13.4	10.6	6.5	3.7	9.67
l.....	0.94	0.85	1.22	1.63	2.86	4.75	7.07	6.84	4.45	3.12	1.49	0.63	35.85
e.....	2.20	2	2.65	3.20	4.8	7	8.70	8.50	6.60	5.20	2.90	1.70	
exf.....	2.00	1.76	2.73	3.42	5.56	8.12	10.26	9.60	6.73	5.10	2.61	1.53	59.42
P cm.....	5.61	9.11	4.14	2.04	0.89	0.24	0	0.14	2.22	3.88	16.41	8.91	53.60
S ^o	3.61	7.35	1.41								13.8	7.38	33.5
d ^o				1.38	4.67	7.88	10.26	9.46	4.51	1.3			39.46

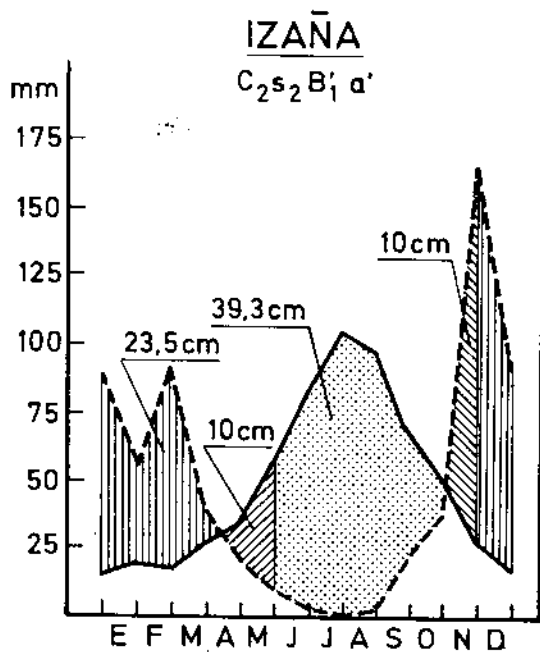
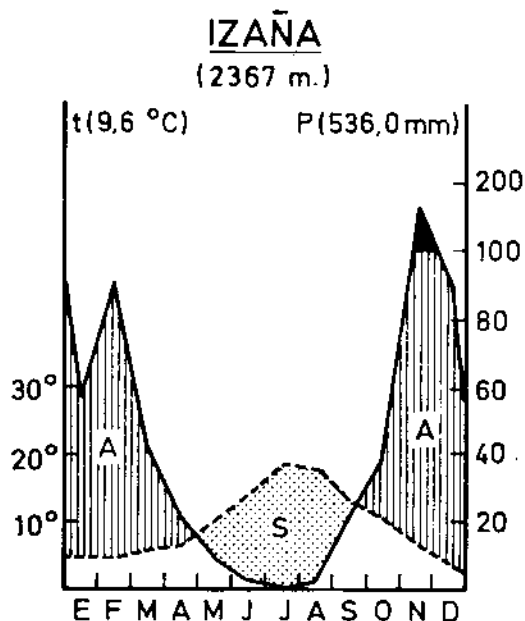
Indice de humedad: $I_h = 56.37$ Indice hídrico anual: $I_m = 16.53$, $a = 47.08$ C₂ S₂B₁ a

Subhúmedo

S₂ Gran falta de agua en veranoB₁ Mesotérmico

a % de E. T. P. estival < 48 % del total

vidrios volcánicos (Tejedor Salguero, Hernández Moreno, Cabezas Viaño, Fernández Caldas (1975); Quantín, Rodríguez-Pascual, Fernández Caldas, Tejedor (1975).



De igual manera que en trabajos anteriores, estudiamos en estos suelos las características de la fracción inferior a 2μ (Rodríguez Pascual, Tejedor Salguero, Cabezas Viaño, Fernández Caldas, 1976; Cabezas Viaño, Rodríguez-Pascual, Fernández Caldas, Hernández Moreno, 1976).

MATERIAL Y MÉTODOS

Dos perfiles clasificados como Vitrandepts Evolucionados han sido escogidos para este estudio (Quantín, Rodríguez Pascual, Fernández Caldas, Tejedor, 1975). Sus características morfológicas y físico-químicas han sido descritas en un trabajo anterior (Fernández Caldas, Tejedor Salguero, Hernández Moreno, 1975).

La fracción inferior a 2μ se ha extraído por el método clásico, utilizando como dispersante NO_3OH a pH entre 9,5 y 10.

En esta fracción se eliminaron los materiales amorfos de Fe, Al y Si, según el método de Jackson, 1958.

Los diagramas de difracción de Rayos X se hicieron utilizando un

difractómetro Philips, tipo PW 1010, empleando la radiación K_{α} del cobre. Los registros de las muestras se han realizado según los siguientes procedimientos:

- a) Polvo desorientado.
- b) Agregados orientados.
- c) Agregados orientados calentando previamente una hora a 110° C.
- d) Agregados orientados tratados previamente con hidrazina.
- e) Agregados orientados tratados previamente con etilen-glicol.
- f) Agregados orientados calentados previamente a 500° C durante tres horas

Para la obtención de los espectros de absorción infrarroja se utilizó un espectrofotómetro Perkim-Elmer, modelo 225, de doble haz, que cubre la región espectral entre $4000-200\text{ cm}^{-1}$. En todas las muestras se emplearon como células de absorción comprimidos de BrK.

ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

1.º Método del polvo desorientado

En las gráficas 3, 4, 4a se muestran las diagramas de difracción de rayos X de los perfiles Izaña y Portillo, con sus respectivos horizontes.

El perfil Izaña presenta en todos los horizontes, efectos a $7,3\text{ \AA}$ y $3,60\text{ \AA}$, atribuidos respectivamente a las reflexiones basales (001) y (002), además de fuerte efecto de $4,45\text{ \AA}$, asimétrico hacia el lado de los ángulos mayores, debido a la reflexión (020), así como una serie de efectos más pequeños en las proximidades de $2,6-2,3\text{ \AA}$, típicos todos ellos de minerales caolíníticos. El hecho de que el efecto a $4,45\text{ \AA}$ sea más intenso que las reflexiones basales (001 y 002), más del doble en todos los horizontes, y su asimetría, demuestra que el mineral caolínítico más abundante en este perfil es la haloisita, que aumenta con la profundidad.

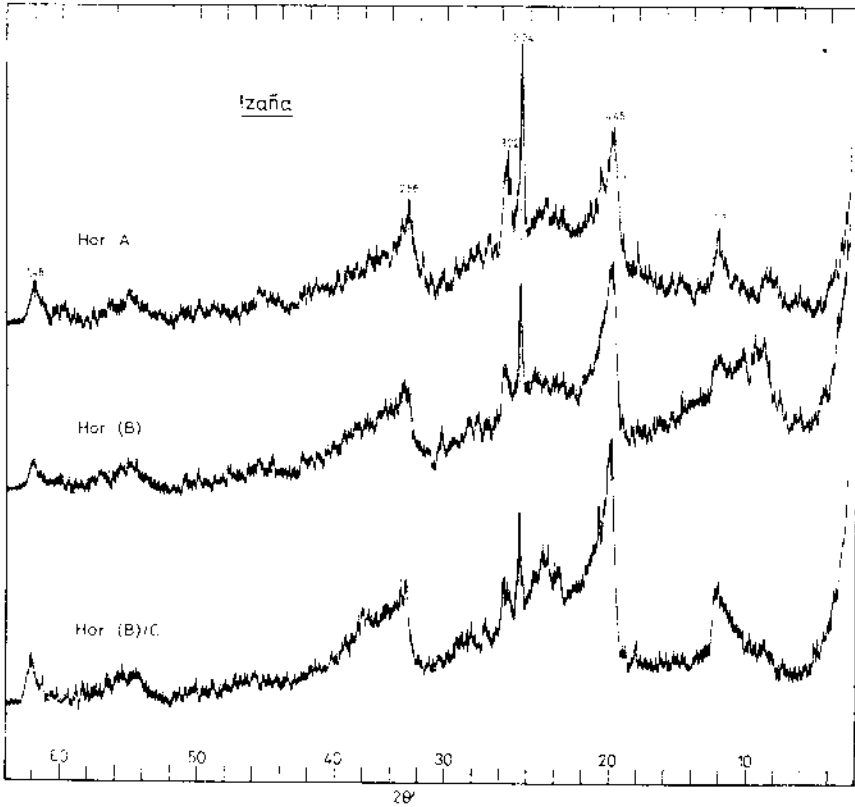
En los dos primeros horizontes del perfil Izaña aparece un efecto a 10 \AA , que no desaparece al calentar la muestra, y que atribuimos a la reflexión (001) de la Ilita.

Se observa asimismo el efecto a $1,48\text{ \AA}$, debido a la reflexión (060), que por su posición nos indica que los minerales constituyentes de estas arcillas son principalmente dioctaédricos.

Se encuentran en este perfil como minerales accesorios: Cuarzo, con efectos a $4,26$, $3,34$ y $1,81\text{ \AA}$, y Feldespatos, caracterizados por el efecto a $3,22\text{ \AA}$, principalmente. Los contenidos de ambos minerales disminuyen con la profundidad.

En el perfil Portillo, similar al de Izaña, los diagramas presentan los efectos característicos de los minerales caolíníticos a $7,3$, $4,45$ y $3,58\text{ \AA}$,

y una banda de 2,6 a 2,3 Å, los cuales aumentan con la profundidad, pero en menor cantidad que en el perfil anterior. El efecto a 3,33 Å lo atribuimos a pequeñas cantidades de *Ilita*. En todos los horizontes se observa también un efecto nítido a 1,48 Å, debido a la reflexión (060) de minerales dioctaédricos.

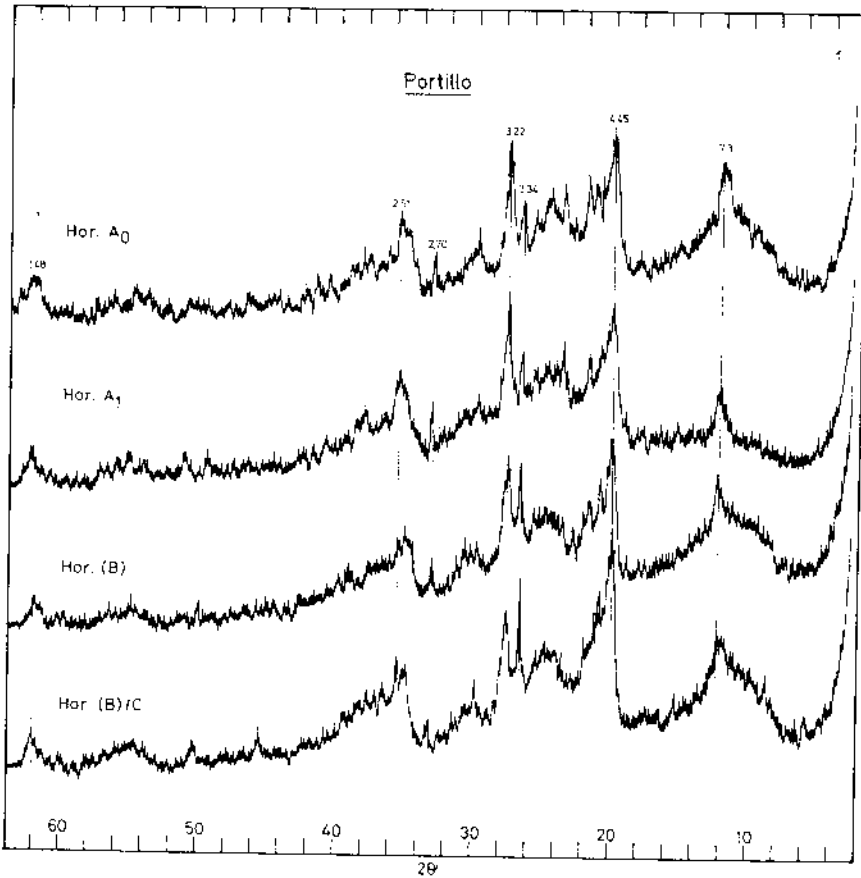


Gráfica 3.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Izaña» (método de Debye-Scherrer).

Como minerales accesorios dicho perfil contiene *Feldespatos* con el efecto a 3,22 Å, así como el *Piroxeno* augita a 2,99 Å, y *Hematites* con su efecto típico a 2,70 Å.

Todos estos minerales disminuyen con la profundidad, y en el horizonte C₁ no se observa ningún efecto atribuido a los minerales anteriores.

En casi todos los horizontes de este perfil se observa la presencia de α -cristobalita, con su efecto más intenso a 4,04 Å.



Gráfica 4.- Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo» (método de Debye Sherrer).

2.º *Agregados orientados*

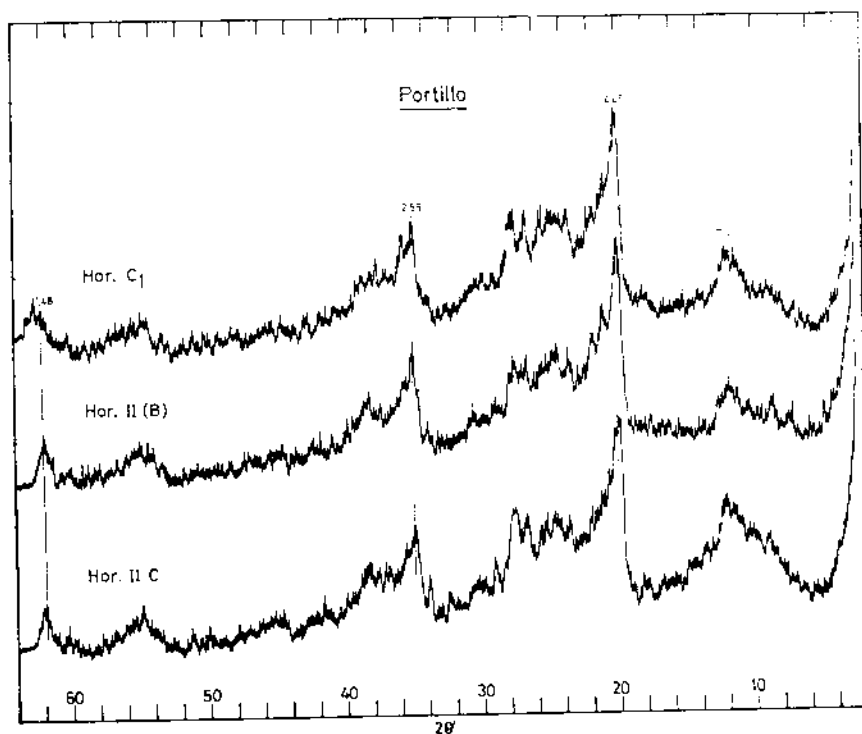
Los diagramas de difracción de rayos X de los agregados orientados de los perfiles Izaña y Portillo se muestran en las gráficas 5-6f, con sus horizontes correspondientes.

En general, en ambos perfiles, se pone de manifiesto un aumento de la intensidad de las reflexiones basales (001), lo que nos confirma que el mineral caolínico más abundante en estos suelos es la haloisita, y al no tener forma laminar, sino tubular o glomerular, no tiene una orientación preferente respecto a la lámina del portaobjetos donde fue depositada la muestra.

En estos diagramas vuelven a aparecer preferentemente los efectos

debidos a minerales de red tipo 1:1 a 7,2-7,5, 4,45-4,48, 3,56 y 1,48 Å, entre otros.

En aquellos horizontes donde existía illita aparecen también los efectos característicos de este mineral a 10 y 3,34 Å. Este último efecto queda, a veces, solapado con el del cuarzo.



Gráfica 4a.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo» (método de Debye-Scherrer).

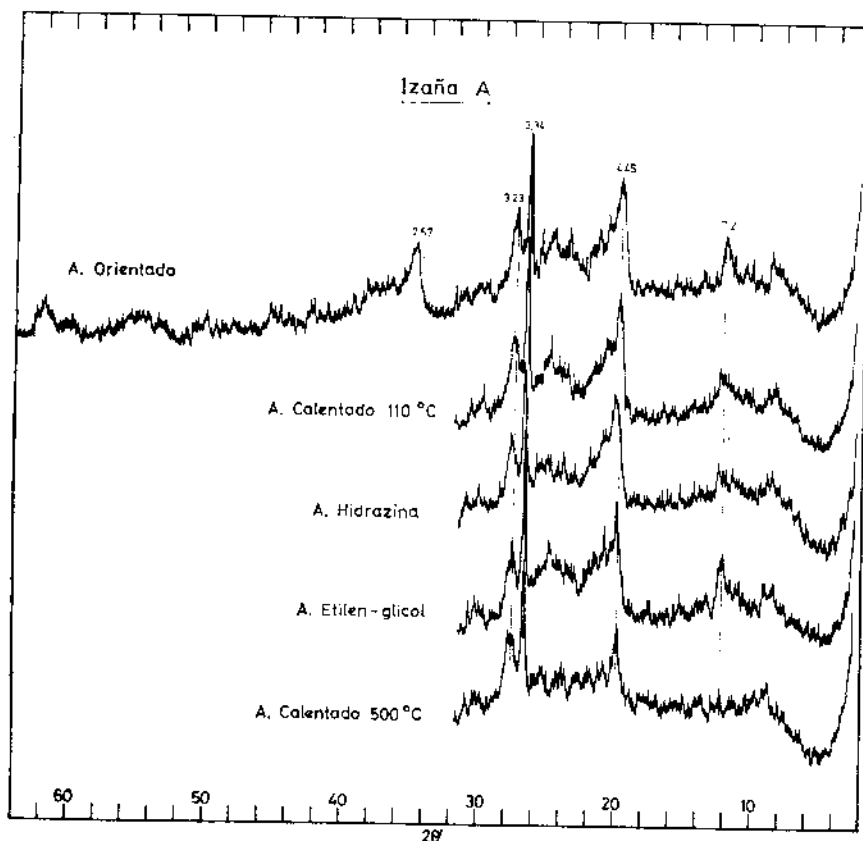
En general, los minerales accesorios, tales como feldespatos, augita, hematíes y cuarzo, puestos de manifiesto en los diagramas de difracción de las arcillas, por el método del polvo, disminuyen las intensidades de sus efectos en los diagramas de los agregados orientados.

3.º Agregados orientados calentados a 110° C

Al calentar las muestras a 110° C, el efecto a 7,2-7,5 Å, en la mayor parte de las arcillas, se hace de mayor intensidad y desaparece la asimetría que tenía hacia el lado de los ángulos menores en el diagrama

del agregado orientado seco al aire. Esto nos indica que en dichas arcillas, la haloisita, se encuentra en distintos estados de hidratación, y como a esta temperatura pierde toda el agua interlaminar se transforma en haloisita deshidratada.

Los demás efectos no sufren modificación con dicho tratamiento.



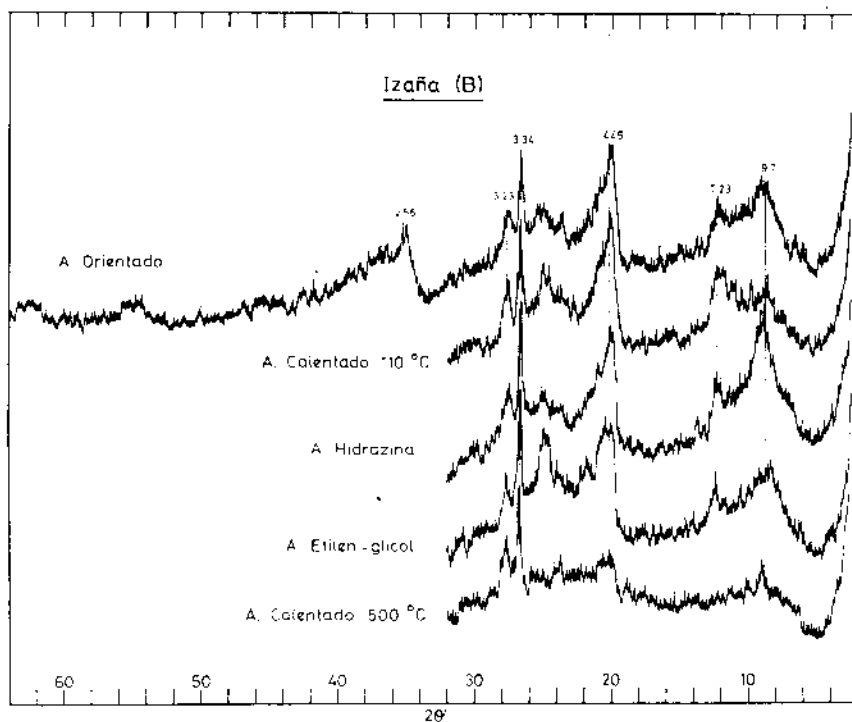
Gráfica 5.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Izaña», hor. A, en agregados orientados.

4.º Agregados orientados tratados con hidrazina

En general, el efecto alrededor de 7 Å en estas arcillas se desplaza hacia 10 Å, por intercalación de esta sustancia orgánica, pero permanece aún un efecto más pequeño alrededor de 7 Å. Los resultados anteriores ponen de manifiesto que una gran parte del efecto a 7 Å puede ser adscrito como la reflexión (001) de los minerales caoliníticos.

5.º Agregados orientados tratados con etilen-glicol

En los dos perfiles y sus correspondientes horizontes no hay generalmente minerales expansibles de red tipo 2:1, pues no existe ningún efecto alrededor de 17 \AA ; o si existen están en tan pequeña proporción que no se ponen de manifiesto mediante las técnicas aplicadas.



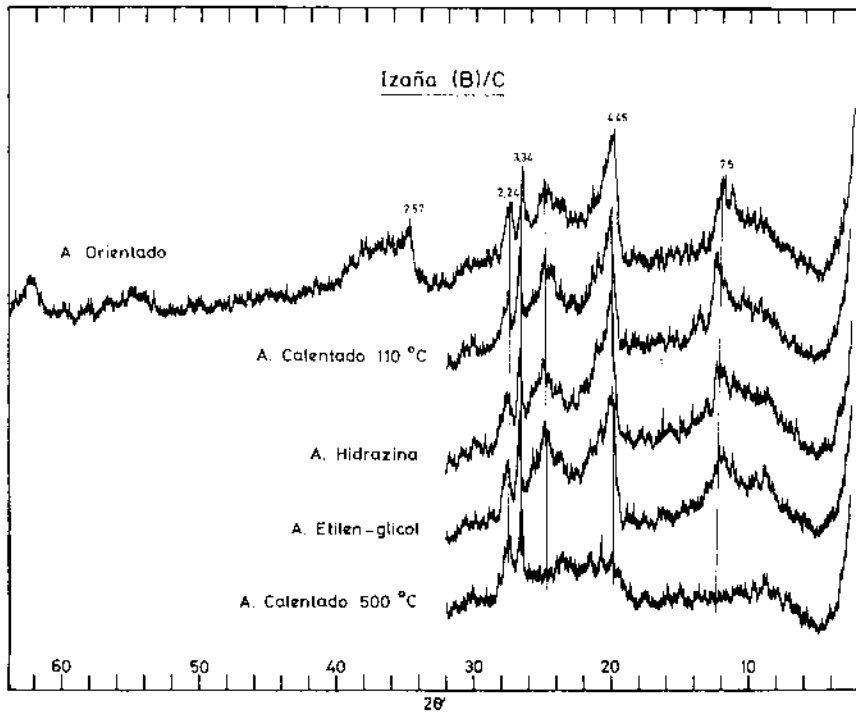
Gráfica 5a.- Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Izaña», hor. (B), en agregados orientados.

La haloisita que contienen estas muestras está en forma hidratada, principalmente en el horizonte (B) del perfil Izaña, y con el etilen-glicol aparece un espaciado a $10,5 \text{ \AA}$ al introducir una capa de moléculas orgánicas, formando el complejo haloisita-etilenglicol (Brown, 1972).

Otras muestras del grupo presentan algo similar al horizonte (B) de Izaña, pero siempre menos acentuado que en aquél.

6.º Agregados orientados calentados a 500º C

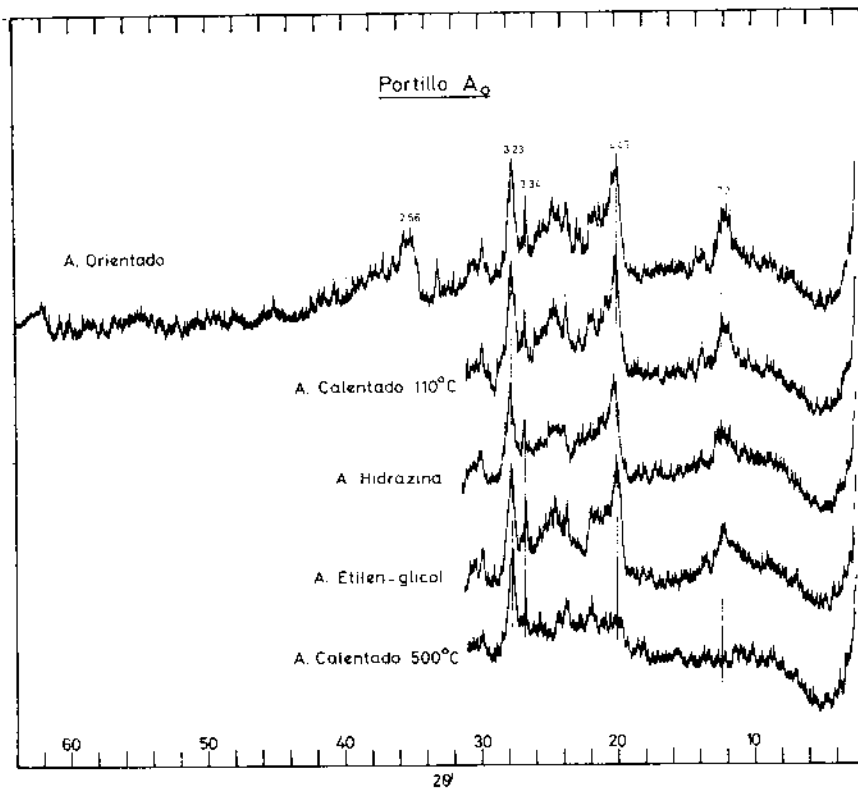
Al calentar las muestras a 500º C desaparecen del diagrama todos los efectos característicos de los minerales caoliníticos por destrucción de su red tipo 1:1, debido a la pérdida de los grupos OH en coordinación octaédrica a dicha temperatura.



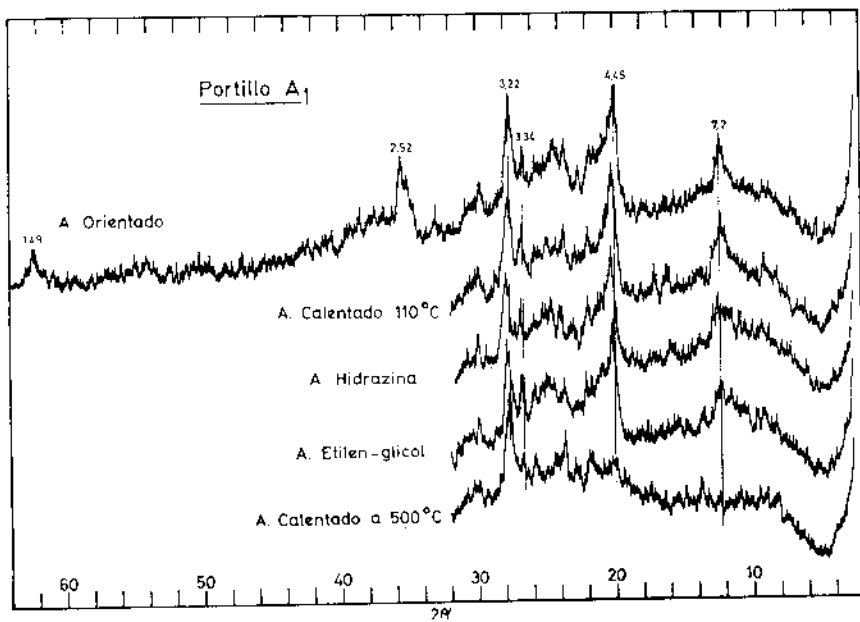
Gráfica 5b.-Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Izaña», hor. (B)/C, en agregados orientados.

En los diagramas de los horizontes donde existía mica permanecen, después del calentamiento a 500º C, pequeños efectos a 10 y 4,45 Å; ambos atribuidos a las reflexiones (001) y (002).

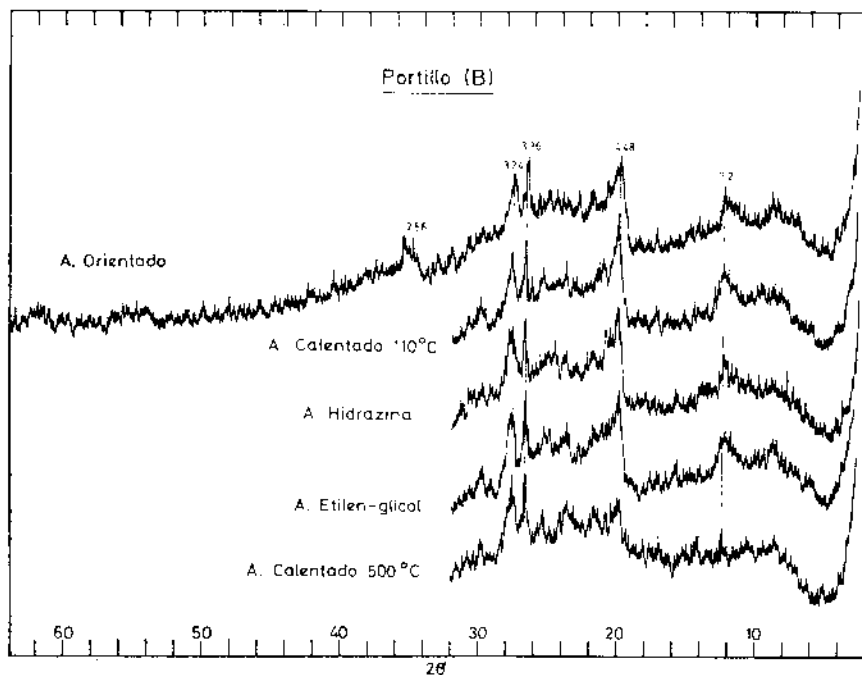
El efecto a 4,45 Å es más simétrico que el que existía en el diagrama del agregado orientado seco al aire, ya que al calentar a 500º C el efecto atribuido al mineral caolinítico desaparece y sólo queda el de la illita, que anteriormente no se veía por estar solapado con el muy fuerte de la haloisita.



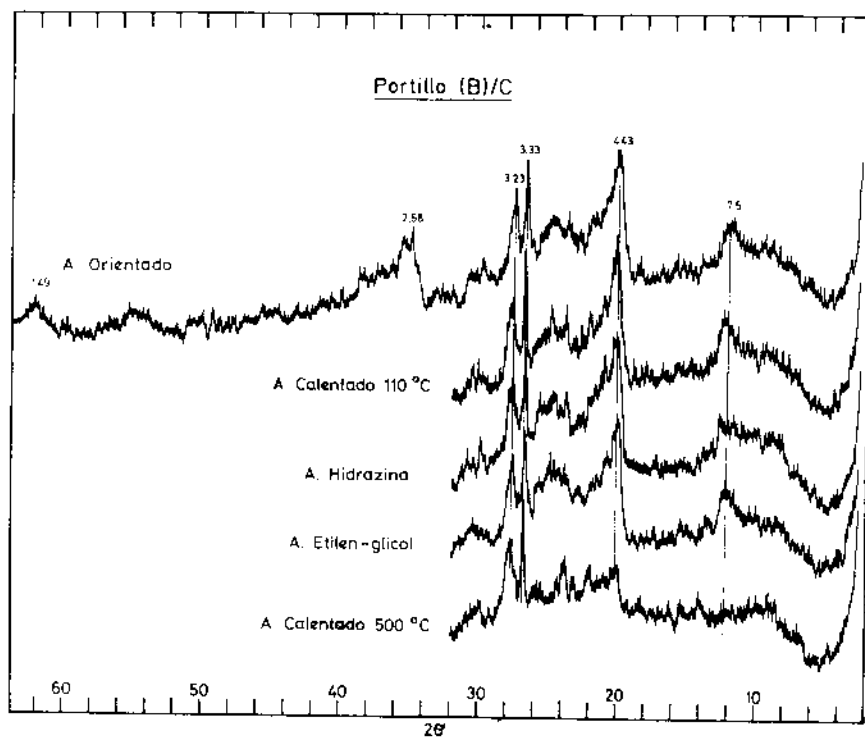
Gráfica 6.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo», hor. A_0 , en agregados orientados.



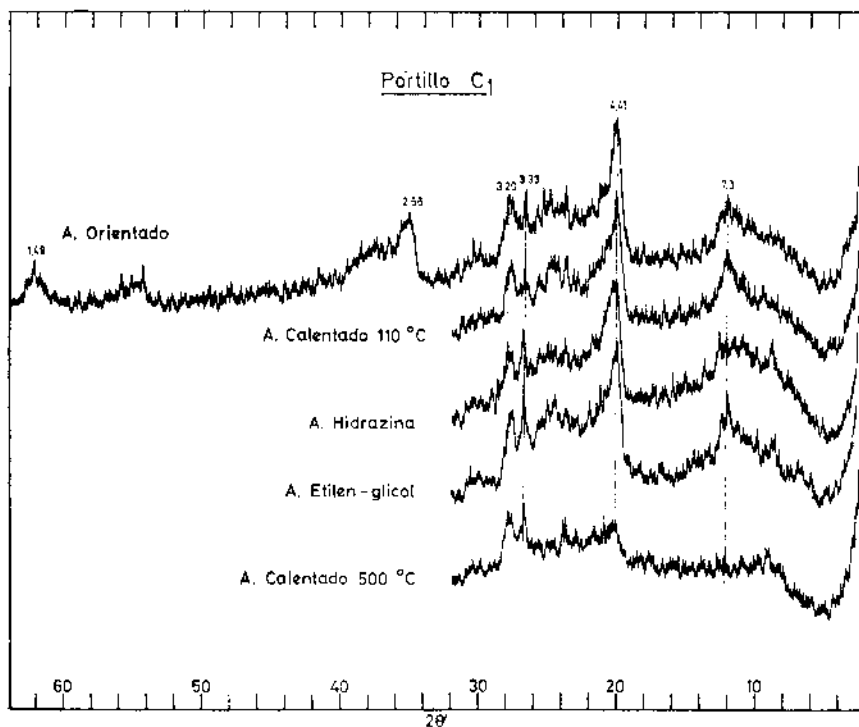
Gráfica 6a.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo», hor. A_1 , en agregados orientados.



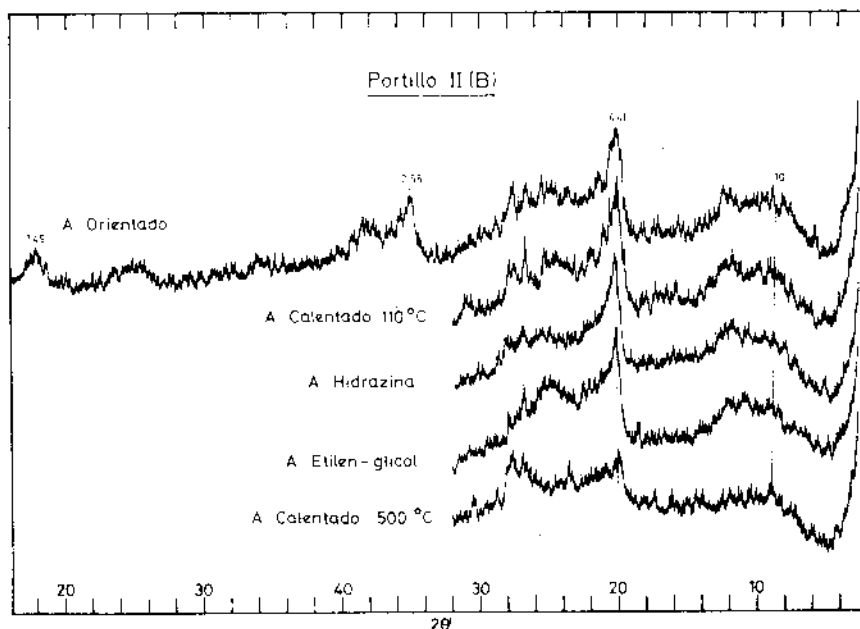
Gráfica 6b.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo», hor. (B), en agregados orientados.



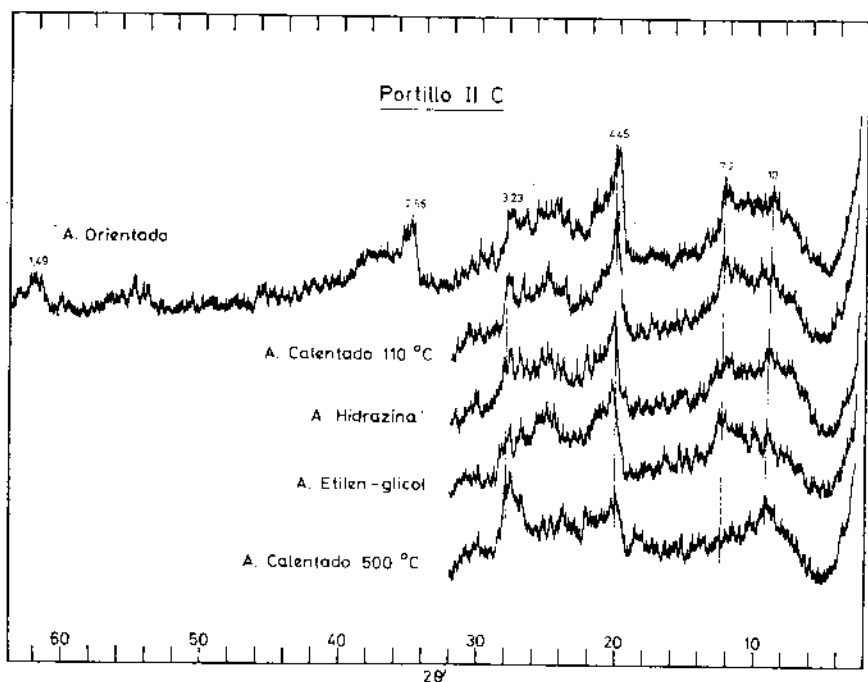
Gráfica 6c.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo», hor. (B)/C, en agregados orientados



Gráfica 6d.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo», hor. C₁, en agregados orientados.



Gráfica 6e.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo», hor. II (B), en agregados orientados.



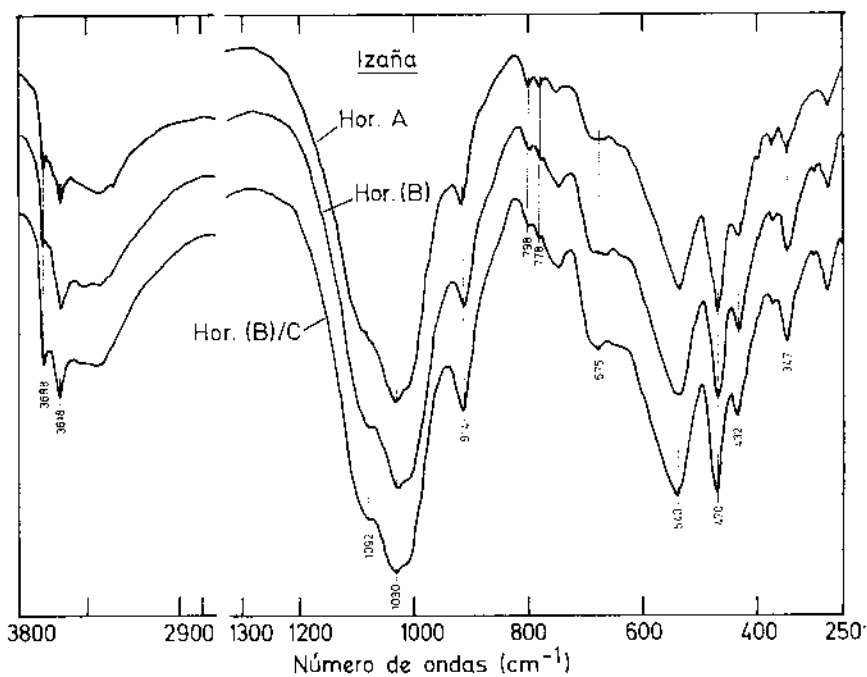
Gráfica 6f.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla, perfil «Portillo» hor. II C, en agregados orientados.

ESPECTROS DE ABSORCIÓN INFRARROJA

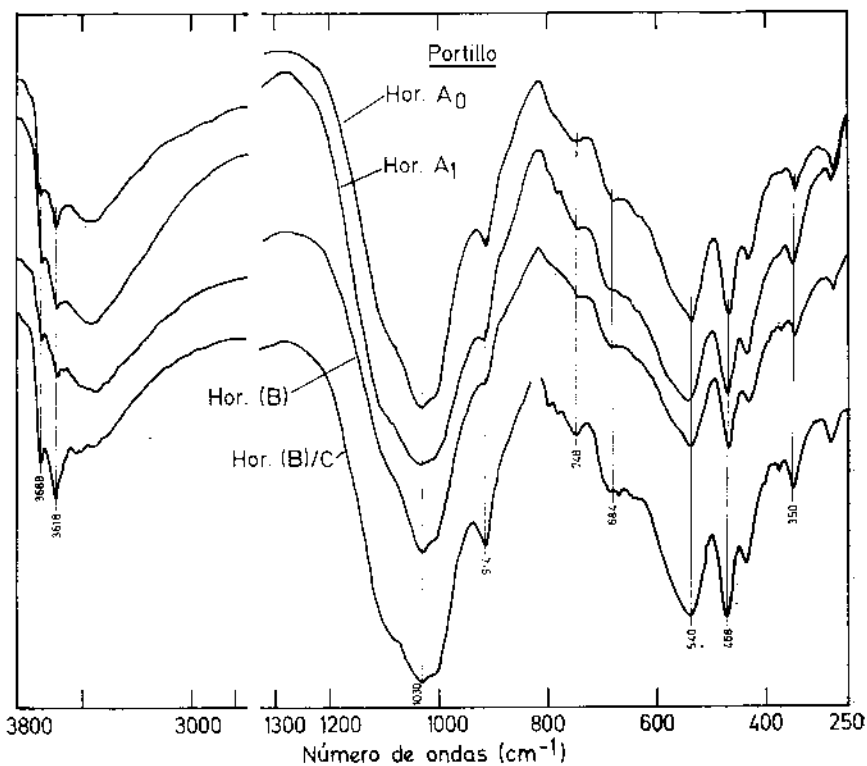
Los espectros de absorción infrarroja de las diez muestras de arcillas correspondientes a los perfiles de Izaña y Portillo, con sus respectivos horizontes, se representan en las gráficas 7, 8 y 8a).

La región de 3.800 a 2.800 cm^{-1} se ha registrado a doble escala; con el fin de poder leer los números de ondas de las bandas de absorción con mayor precisión, y estos números de onda son los que se dan en los espectros; aunque las gráficas que aparecen en el texto se dan en la escala reducida.

En la primera parte del espectro entre 3.800 - 2.900 cm^{-1} aparecen en ambos perfiles dos bandas de absorción nítidas y agudas a 3.688 cm^{-1} y 3.618 cm^{-1} , debidas a las vibraciones de tensión de los grupos OH, características de minerales caoliniticos. El hecho de que la banda a 3.618 cm^{-1} sea bastante más intensa que la de 3.688 cm^{-1} , lo atribuimos a que estas muestras contienen ilita, y como la banda de absorción de este mineral, debida a las vibraciones de tensión de los grupos OH de



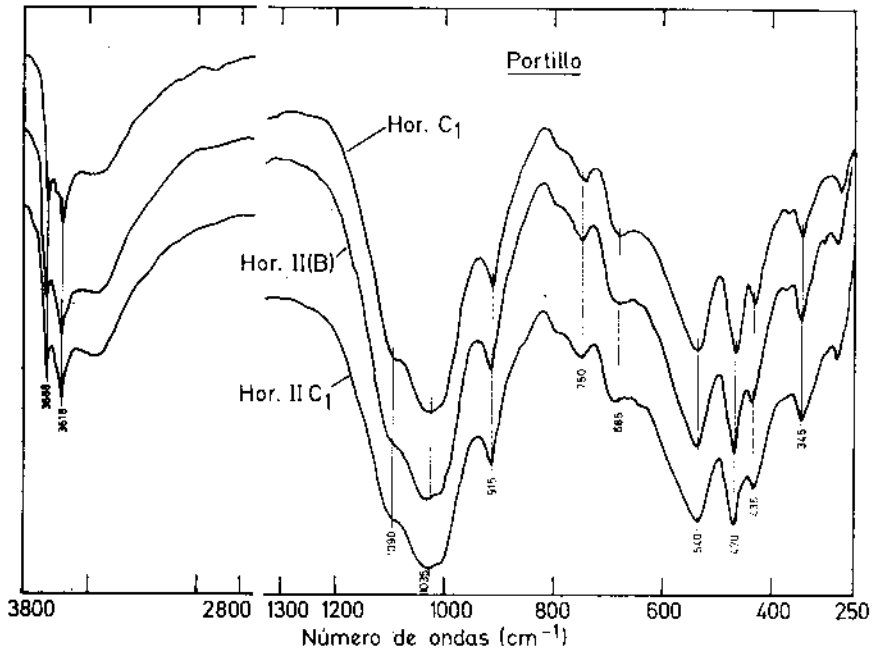
Gráfica 7.—Espectros de absorción infrarroja, de la fracción arcilla, perfil «Izaña».



Gráfica 8.—Espectros de absorción infrarroja, de la fracción arcilla, perfil «Portillo».

su red, está situada alrededor de 3.620 cm^{-1} se solapa con la de los minerales caoliniticos.

En el perfil Portillo, horizontes C_1 y IIC, se observa en esta región una pequeña banda hacia 3.650 cm^{-1} , atribuida a caolinita.



Gráfica 5a.—Espectros de absorción infrarroja, de la fracción arcilla, perfil «Portillo».

En la región de 1.200 a 950 cm^{-1} aparece una banda nítida e intensa a 1.030 - 1.035 cm^{-1} junto a una banda más pequeña u hombro, según el horizonte considerado, alrededor de 1.090 - 1.092 cm^{-1} , debidas ambas a vibraciones de tensión del grupo Si-O. Por su posición ambas son características de los minerales caoliniticos, principalmente de la halosita. Todas las muestras de este grupo presentan asimismo un hombro alrededor de 1.010 cm^{-1} , atribuido a trazas de caolinita que contienen estas arcillas.

El grupo de bandas de absorción a 914 - 915 , 748 - 750 , 540 , 470 y 432 - 435 cm^{-1} son típicas de los minerales de red tipo 1:1.

En el perfil Izaña vemos que a medida que pasamos a horizontes más profundos existe un aumento de los minerales caoliniticos, esto se pone en evidencia por un incremento de intensidad de la banda característica de estos minerales alrededor de 3.688 cm^{-1} en relación con la banda a 3.618 cm^{-1} . Asimismo aumentan de intensidad aquellas bandas en las cuales participa el ion Al cuando éste se encuentra en posición octaédrica en la red de tipo 1:1, como las de 914 y 540 cm^{-1} .

En el perfil Portillo no se observa un aumento tan acusado de los minerales caoliniticos con respecto a la profundidad como en el perfil anterior. En los tres primeros horizontes parece que sucede lo contrario, es decir, el horizonte A₀ tiene mayor proporción que los horizontes A₁ y (B); en el horizonte (B)/C vuelve a aumentar su cantidad, mientras que en los horizontes C₁, IIB y IIC se mantiene prácticamente en la misma proporción.

En el perfil Izaña, principalmente en el horizonte A, se observa en el espectro el doblete a 798-778 cm⁻¹, característico del cuarzo. En el perfil Portillo el horizonte (B)/C aparece con pequeña intensidad el doblete típico del cuarzo; en el horizonte IIC de este perfil se encuentran bandas de feldespatos.

CONSIDERACIONES

Los perfiles de este grupo se encuentran en la zona de más reciente actividad volcánica, donde los aportes de nuevos materiales se han producido en épocas relativamente recientes.

El contenido en haloisita no sigue la misma distribución en los dos perfiles estudiados; en el perfil Portillo disminuye en función de la profundidad hasta el horizonte (B), donde ya es muy escasa, volviendo a aumentar a partir del horizonte (B)/C y mejorando su cristalinidad. En el perfil Izaña la haloisita aumenta de una manera regular con la profundidad.

Este fenómeno nos indica claramente una superposición irregular de materiales volcánicos producidos en periodos eruptivos diferentes. La existencia de cuarzo en el horizonte (B)/C del Portillo es una confirmación más de esta discontinuidad en los materiales litológicos.

Todas las muestras de este grupo de suelos presentan trazas de caolinita desordenada, destacándose especialmente los horizontes C₁ y IIC del Portillo.

En los horizontes superiores de ambos perfiles existe illita.

En el tratamiento con hidrazina, el horizonte (B) de Izaña se hincha, desplazándose el efecto alrededor de 7 a 10 Å, fenómeno que no se observa en ningún otro horizonte de los dos perfiles del grupo.

En todos los horizontes del perfil Portillo encontramos α -cristobalita. Asimismo, en los horizontes superficiales de este perfil aparecen hematites.

RESUMEN

Se ha estudiado la composición mineralógica de la fracción arcilla (< 2 μ) de dos perfiles representativos de Vitrandepts evolucionados de la isla de Tenerife mediante técnicas de difracción de rayos X y absorción IR. Predominan los minerales del grupo de la caolinita, principalmente haloisita y caolinita desordenada.

La illita se encuentra presente en algunos horizontes.

Los minerales primarios presentes en la fracción arcilla de ambos perfiles son los feldespatos. Piroxenos, cuarzo, α -cristobalita y hematitas también se encuentran en algunos horizontes.

BIBLIOGRAFÍA

- BROWN, G. (1972). The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society (Clays minerals group), London.
- CABEZAS-VIAÑO, O., RODRÍGUEZ-PASCUAL, C., FERNÁNDEZ-CALDAS, E., HERNÁNDEZ-MORENO, J. (1975) Características de la fracción inferior a 2 μ . II. Dystrandeps. An. Edaf. Agrob., en prensa.
- FERNÁNDEZ-CALDAS, E., TEJEDOR-SALGUERÓ, M. L., HERNÁNDEZ-MORENO, J. (1975). Androsoles canarios. VII. Androsoles poco diferenciados, vítricos, fuertemente desaturados. Características morfológicas y químicas. An. Edaf. Agrob., 34, 359-369.
- JACKSON, M. L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J., 489.
- QUINTÍN, P., RODRÍGUEZ-PASCUAL, C., FERNÁNDEZ-CALDAS, E., TEJEDOR-SALGUERÓ, M. L. (1975). Androsoles canarios. VIII. Androsoles poco diferenciados, vítricos fuertemente desaturados. Características mineralógicas. Interpretación y clasificación. An. Edaf. Agrob., 34, 371-381.
- RODRÍGUEZ-PASCUAL, C., TEJEDOR-SALGUERÓ, M. L., CABEZAS-VIAÑO, O., FERNÁNDEZ-CALDAS, E. (1975). I. Características de la fracción inferior a 2 μ . Integrado Andosol-Tierra parda oligotrófica. An. Edaf. Agrob., 35, núms. 11-12, 1003-1113.
- TEJEDOR-SALGUERÓ, M. L., HERNÁNDEZ-MORENO, J., CABEZAS-VIAÑO, O., FERNÁNDEZ-CALDAS, E. (1975) Materiales amorfos en Dystrandeps y Vitrandeps evolucionados. An. Edaf. Agrob., 35, núms. 9-10, 877-887.

Recibido para publicación: 28-I-76