

MINERALES PRIMARIOS EN INTERGRADOS ANDO-
SOL-TIERRA PARDA OLIGOTROFICA Y PRODUC-
TOS DE ALTERACION

por

E. FERNANDEZ CALDAS, O. CABEZAS VIANO, M. L. TEJEDOR SALGUERO
y J. HERNANDEZ MORENO



PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA
TOMO XXXVI, NÚMS. 7-8 — MADRID, 1977

MINERALES PRIMARIOS EN INTERGRADOS ANDOSOL-TIERRA PARDA OLIGOTROFICA Y PRODUCTOS DE ALTERACION

por

E. FERNANDEZ CALDAS, O. CABEZAS VIASO, M. L. TEJEDOR SALGUERO
y J. HERNANDEZ MORENO

SUMMARY

PRIMARY MINERALS IN INTERGRADES ANDOSOL-OLIGOTROPHIC BROWN EARTHS AND THEIR ALTERATION

The minerals present in intergrades Andosol-Oligotrophic Brown Earths has been studied by means of petrographic microscopy and X ray diffraction. These soils correspond to very old formations and the primary mineral are deeply altered. Therefore only highly resistant to weathering primary minerals can be observed.

En el presente trabajo estudiamos los minerales primarios y principales productos de alteración en perfiles de intergrados andosol-tierra parda oligotrófica de las Islas de Tenerife y La Gomera.

Estos suelos se encuentran situados en regiones muy antiguas de estas islas y han experimentado un largo proceso evolutivo en su formación (Rodríguez Pascual, Quantin, Tejedor Salguero, Fernández Caldas, 1975).

Dataciones recientes permiten atribuir una edad de aproximadamente 9.000 años a estos suelos (Delibras, Fernández Caldas, Gutiérrez, Tejedor Salguero, 1975).

Por otra parte los basaltos antiguos de esta región han sido también datados, encontrándose una antigüedad que oscila entre quince y seis millones de años (Abdel Monem, Watkins, Gast, 1972).

La antigüedad de estas zonas hace que el estudio de los materiales de origen sea muy complejo, encontrándose por otra parte abundantes paleosuelos de carácter tropical que llegan incluso a la formación de suelos ferralíticos.

No obstante, podemos indicar que la composición de las rocas del complejo basal, grabos, basaltos, fonolitas y sienitas nefelínicas, no

difieren esencialmente de las rocas más recientes, aunque su grado de alteración es mucho más profundo (Fuster, 1968; Bravo, 1975).

Los materiales sobre los que estos suelos se han formado están constituidos esencialmente de basaltos porfídicos y basaltos afaníticos. Entre los primeros podemos distinguir un grupo olivínico augítico, y otro menos abundante que contiene fenocristales de plagioclasas, augita y olivino, y esporádicamente aparecen algunos basaltos plagioclásicos augíticos con anfíbol.

En los basaltos afaníticos, rocas sin fenocristales, el mineral más abundante es la plagioclasa, seguida del olivino que aparecen en pequeños granos idiomorfos alterados principalmente a iddingsita. Contienen además augita, mucho menos abundante, opacos y a veces vidrios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se ha realizado en cuatro perfiles: Pico del Inglés, Aceviños, Manantiales y Tamarganche, que han sido clasificados como intergradados andosol-tierra parda oligotrófica (Rodríguez Pascual, Quantín, Tejedor Salguero, Fernández Caldas, 1975).

Sus características morfológicas, físico-químicas y mineralógicas han sido descritas en trabajos anteriores (Tejedor Salguero, Fernández Caldas, 1975; Fernández Caldas, Tejedor Salguero, 1975; Rodríguez Pascual, Tejedor Salguero, Cabezas, Fernández Caldas, 1975).

La fracción arena de los suelos (partículas de diámetro inferior a 0.5 mm.) se ha dividido en dos fracciones por separación densimétrica utilizando bromoformo, p. e. 2.9. Mediante esta separación se obtiene: una fracción ligera que incluye minerales de densidad menor de 2.9 y una fracción densa que incluye minerales de densidad superior a 2.9.

La preparación, montaje y tinción de los minerales ha sido hecha siguiendo el método de Alexandre T. y Pinilla A., 1968.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los minerales primarios fácilmente alterables han desaparecido casi prácticamente de estos perfiles, observándose fundamentalmente los que presentan una mayor resistencia a la alteración. En algunos perfiles, no obstante, se observa en superficie la presencia de pequeñas cantidades de estos minerales debido a fenómenos de rejuvenecimiento. En estos casos estos minerales se encuentran poco alterados.

A continuación indicaremos los minerales primarios más frecuentes en estos perfiles, así como sus principales productos de alteración que pueden encontrarse incluso en la fracción arcilla.

En las tablas I, II, III, IV se indica la proporción en que se observan los principales minerales de la fracción densa. Su valoración de fre-

TABLA I

Pico del Inglés

Fracción densa (p. e. > 2.9)

Horizonte	Otros piroxenos	Magnetita	Ilmenita	Oligisto	Hematites	Siderita	Hornblenda	Augita	Olivino	Seudo-broquita	Mica	Láminas cloríticas
A ₁₁	0	++++	+	-	++	-	-	+	-	+	0	+
A ₁₂	-	++++	-	-	++	-	-	+	-	+	-	-
(B) ₁	-	++++	-	-	++	0	-	-	0	-	0	-
(B) ₂	0	++++	0	0	+++	0	-	-	-	-	-	-

Predominante: +++++

Abundante: +++

Común: ++

Escaso: +

Trazas: -

Ausente: 0

TABLA II

Acetífios

Fracción densa (p. e. > 2.9)

Horizonte	Magnetita	Ilmenita	Oligisto	Hematites	Limonita	Seudo-broquita	Augita	Hornblenda basáltica	Láminas cloríticas
A ₀	++++	-	+	-	-	++	++	-	-
A ₁	++++	-	+	+	-	++	++	-	-
(B) ₁	++++	0	0	-	0	+	-	0	-

TABLA III

Manantiales

Fracción densa (p. e. > 2.9)

Horizonte	Magnetita	Ilmenita	Oligisto	Hematites	Limonita	Augita	Olivino	Hornblenda	Seudo-broquita	Láminas cloríticas	Dialage
A	++++	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-
(B)	++++	++	-	++	-	-	-	-	+	++	-
(B)/C	++	+++	~	0	0	-	0	-	+	0	0

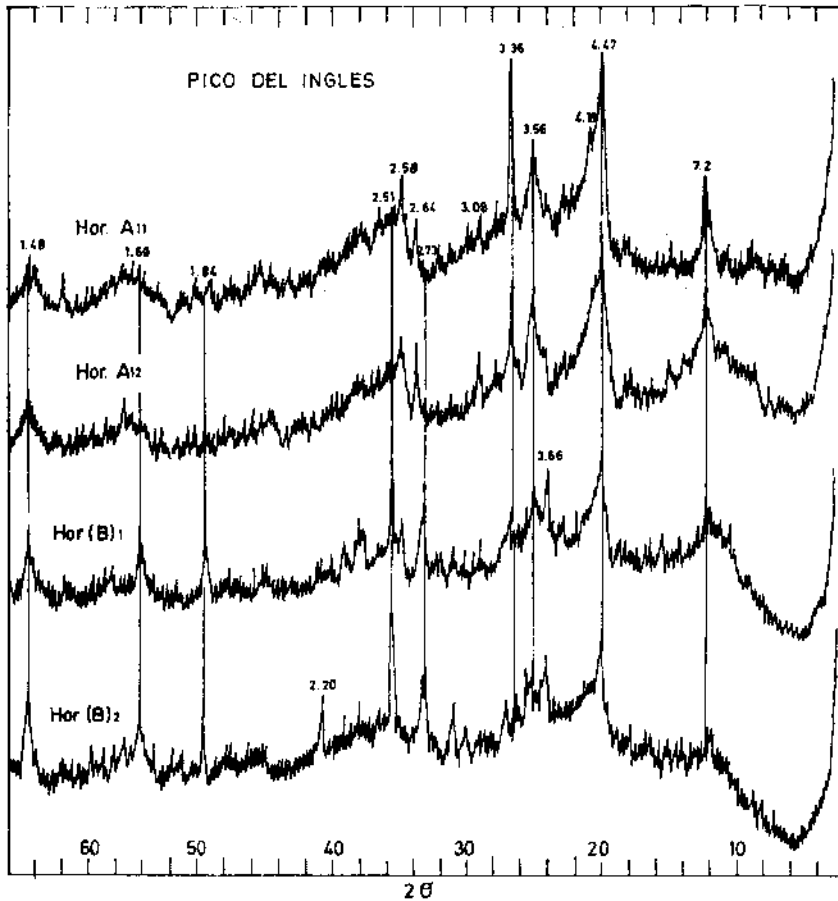
TABLA IV

Tamar ganche

Fracción densa (p. e. > 2.9)

Horizonte	Seudo-broquita	Magnetita	Ilmenita	Hematites	Siderita	Leucóxeno	Augita	Hiperstena	Láminas cloríticas
A	++++	++++	+	-	-	0	+++	+	+
(B) _s	++++	++	++	0	0	-	-	0	-
(B)/C	++++	+	+	0	0	0	0	0	0

cuencia se adapta a una escala, debido a que esta fracción al ser muy rica en granos opacos naturales y pobre en transparentes no permite el recuento en porcentaje.



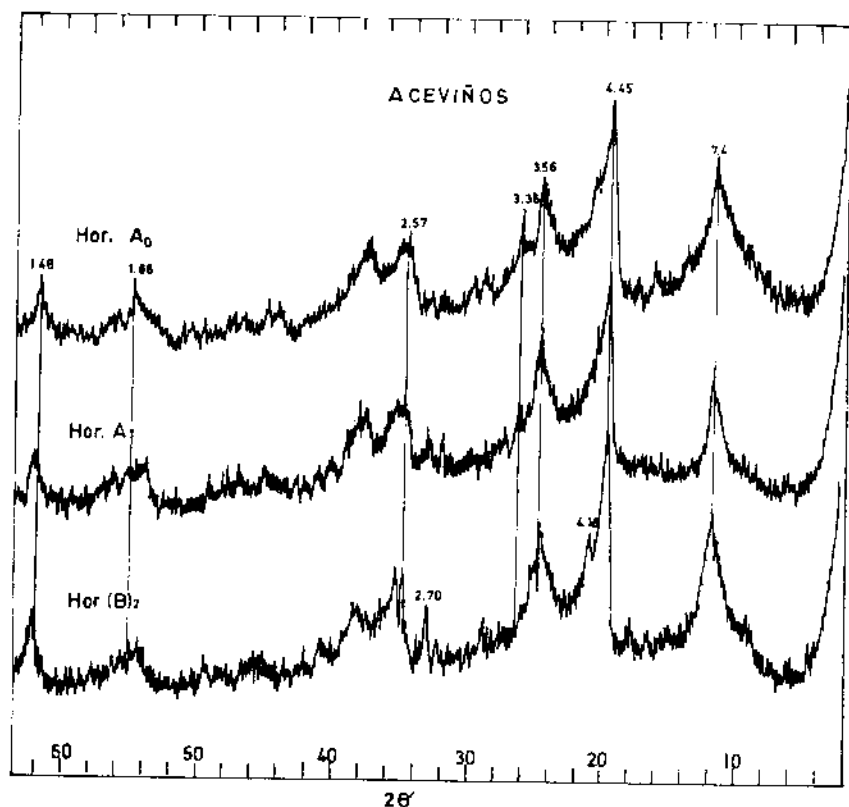
Diagramas de difracción de Rayos X, de la fracción arcilla (Método del polvo)

Fig. 1

En todos los perfiles la especie predominante es la magnetita, en granos octaédricos, sueltos o maclados. Como producto de alteración de este mineral se forman óxidos e hidróxidos de hierro, como puede observarse en la superficie de muchos granos que muestran manchas rojas hematíticas de óxido de hierro.

En el perfil Pico del Inglés existe una gran proporción de hematitas, principalmente en sus horizontes inferiores. Las reflexiones características de este mineral son muy netas en los diagramas de difracción de

rayos X de la fracción arcilla, principalmente en este perfil, y en Aceviños, donde se observa muy intenso su principal efecto a $2,70 \text{ \AA}$ en profundidad (figs. 1 y 2).



Diagramas de difracción de Rayos X de la fracción arcilla (Método del polvo)

Fig. 2

La goetita, producto de alteración de los minerales ferruginosos, principalmente de la magnetita, se ha observado en la fracción arcilla del perfil Pico del Inglés y Aceviños, con su efecto principal a $4,18 \text{ \AA}$.

En los horizontes superficiales la proporción de la fracción magnética es superior al 50 por 100, en el horizonte A_{11} del perfil Pico del Inglés es de 77 por 100 (tabla V).

En el perfil Manantiales, la ilmenita es muy abundante, principalmente en el horizonte (B)/C, donde se observa una disminución de magnetita.

Como producto de alteración de la ilmenita, aparece un mineral blanquecino de dióxido de titanio o leucóxeno.

En este grupo de suelos se observan esporádicamente otros minerales opacos como el oligisto, en granos negros con viso azulado, y siderita.

TABLA V

Perfil	Horizonte	Fracción magnética %	Fracción amagnética %
Pico del Inglés	A ₁₁	77.13	22.87
	A ₁₂	61.11	38.89
	(B) ₁	22.49	77.51
	(B) ₂	4.18	95.82
Aceviños	A ₀	49.8	50.2
	A ₁	31.04	69.86
	(B) ₂	3.53	96.47
Manantiales	A	61.36	38.64
	(B)	44.12	55.88
	(B)/C	8.33	91.67
Tamarganche.....	A ₁	49.84	50.16
	(B) ₂	35.81	64.19
	(B)/C	4.75	95.25

Los minerales ferromagnesianos, más fácilmente alterables, sólo se observan en pequeñas cantidades, y en un gran estado de alteración, especialmente la augita, hornblenda y olivino. En los horizontes superficiales, en los que se producen rejuvenecimientos, su proporción es ligeramente mayor. En el horizonte A del perfil Tamarganche, la augita es abundante, apareciendo en granos de color pardo de buen tamaño y con denticulaciones acusadas, algunas con leve tinte violáceo o titanogita. En este horizonte también se observan trazas de hiperstena.

La augita es común en los horizontes A₀ y A₁ del perfil Aceviños. Se observa en granos irregulares de color pardo, mostrando frecuentemente denticulaciones. Las formas en prismas pequeños son muy escasas.

Otro mineral presente en estos suelos es la pseudobroquita Fe₂TiO₃, principalmente en el perfil Tamarganche, donde es la especie predominante. Se identifica en cristales pequeños transparentes, rojizos, otros

semiopacos con los bordes traslúcidos. Es común en el perfil Aceviños, horizontes A_0 y A_1 , presentando las mismas características que en el perfil anterior, pero la mayoría de los granos se observan mates por alteración superficial. La pseudobroquita aparece como producto de la descomposición de la ilmenita en las rocas volcánicas.

Sólo hemos encontrado trazas de olivino en los horizontes superficiales de los perfiles Pico del Inglés y Manantiales, muy alterados, con grietas que dan lugar a denticulaciones con principio de iddingsita (silicato férrico-magnésico hidratado con sustitución parcial de Mg por Ca y de Fe por Al).

Asimismo sólo aparecen trazas de biotita en los horizontes A_{11} y A_{12} del perfil Pico del Inglés, observándose en ella transformaciones a clorita.

La hornblenda basáltica, al igual que los anteriores minerales, sólo se encuentra en pequeñas proporciones. Aparece en todos los horizontes de los perfiles Pico del Inglés y Manantiales, presentando un color pardo, pardo-rojizo, pleocroico y astillada en forma de granos pequeños.

En los perfiles de este grupo el porcentaje de fracción ligera es mayor que el de fracción densa. Sin embargo, debido al intenso grado de alteración y evolución de la mayor parte de los horizontes de estos perfiles y a la dificultad de tinción de estos minerales, no se han podido estudiar en su totalidad.

En el perfil Pico del Inglés se observa un predominio de feldespatos calco-sódicos, que aumentan en profundidad pasando del 59 por 100 en el horizonte A_{11} al 67 por 100 en A_{12} . Los feldespatos potásicos disminuyen ligeramente en profundidad, 35 por 100 y 25 por 100. La mayoría están formados por sanidinos.

El vidrio volcánico es escaso 3 por 100 en A_{11} y 2 por 100 en A_{12} , pudiendo corresponder a aportes recientes, al igual que las trazas de biotita que se observan en el horizonte A_{12} .

En los horizontes $(B)_1$ y $(B)_2$ los feldespatos potásicos y las plagioclasas son muy escasos, sobre todo en el último horizonte, en el que se observan con pequeño tamaño. En estos dos horizontes se identifican abundantes láminas cloríticas de color pardo muy claro.

En el perfil Aceviños se observan abundantes láminas cloríticas, algunas con dendritas; presencia escasisima de feldespatoides en A_0 y A_1 y cantidades muy escasas de vidrio volcánico.

En el perfil Manantiales predominan las láminas cloríticas pardo-rojizas, en tonos más claros en el horizonte $(B)C$. Son muy escasos el vidrio volcánico y las plagioclasas.

En Tamarganche la mayoría de los granos aparecen clorotizados.

En cuanto a los minerales de arcilla que aparecen más frecuentemente, se encuentran los de la familia de la caolinita, en especial halosita, que llega a encontrarse en profundidad hasta en un 90 por 100; observándose también caolinita desordenada en el horizonte A del perfil

Manantiales; hor. A₁₁ y A₁₂ del Pico del Inglés, y trazas de montmorillonita en el hor. (B)C del perfil Tamarganche.

Las alofanas se encuentran también presentes en todos estos perfiles, aunque en cantidades inferiores a las arcillas cristalinas.

CONCLUSIONES

La alteración de estos minerales ha contribuido al proceso de andosolización evidente de estos suelos y posterior pardificación, observándose valores elevados de Al₂O₃ y Fe₂O₃, que indican por otra parte un proceso de ferralitización (Tejedor Salguero, Fernández Caldas, 1975).

En la alteración de los feldespatos se ha observado la formación directa de gibsitita (Tejedor Salguero, Benayas, Fernández Caldas) en cristales diminutos, que indica una eliminación rápida y abundante de SiO₂ y elementos alcalinos y alcalinotérreos en este medio, con un drenaje muy elevado.

Por otra parte, la transformación de feldespatos en caolinita en estas condiciones también ha sido citada por numerosos investigadores (Alexander et al., 1943; Sand, 1956; Lelong, 1967; Fujisawa, 1967), especialmente en ausencia de materia orgánica.

Sin embargo, no es muy probable que se produzca esta transformación en nuestros suelos debido a su elevado contenido en materia orgánica. Sería más lógico pensar en la secuencia: Alofán → Haloisita/Metahaloisita.

En cuanto a la montmorillonita podría formarse a partir de los feldespatos por un mecanismo similar al de la caolinita, pero en condiciones desfavorables de drenaje y muy localizadas. También es posible su formación a partir de minerales ferromagnesianos principalmente del olivino, cuya alteración es más rápida que los piroxenos.

En algunos perfiles se observan biotitas, cuya alteración puede dar lugar a minerales de la arcilla del tipo illita-vermiculita, que de hecho están presentes en estos suelos.

En los horizontes superficiales de estos perfiles se observa igualmente la presencia de maghemita como un producto de alteración.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer la colaboración prestada a la señora C. Roca, por el estudio de los minerales primarios en la fracción arena.

BIBLIOGRAFÍA

- ARDEL MOXEN, A., WATKINS, N. D., GAST, P. W. (1972): Potassium argon ages, volcanic stratigraphy, and geomagnetic polarity history of the Canary Islands: Tenerife, La Palma, and Hierro. *American Journal of Science*. Vol. 272, 805-825.
- ALEXANDRE, T., PINILLA, A. (1968): Algunas modificaciones en las técnicas aplicadas al estudio mineralógico de fracciones gruesas o arenas. *Anales de Edaf. y Agr.* Tomo XXVII, núms. 7 y 8, 563-567.
- ALEXANDER, L. F. y col. (1943): Relationship of the clay minerals halloysite and endellite. *Am. Min.*, 28, 1-38.
- BRAVO, T. (1975): Comunicación privada.
- DELIBRAS, G., FERNÁNDEZ CALDAS, E., GUTIÉRREZ JEREZ, F., TEJEDOR SALGUERO, M. L. (1975): Datation du rajeunissement des sols du Massif de las Mercedes par des cendres volcaniques (Tenerife, Iles Canaries). Résumé de communication proposéé au colloque de Géomorphologie volcanique de Paris (3 Mai 1975).
- FERNÁNDEZ CALDAS, E., TEJEDOR SALGUERO, M. L. (1975): Andosoles Canarios. III. Intergrados andosol-tierra parda oligotrófica. Características físicas. *An. Edaf. Agr.* Tomo XXXIV, núm. 3-4, 253-262.
- FUJISAWA, T. (1967): Studies of clay minerals of granitic soil at Tomikusa in Nagano Prefecture. *Bull. Coll. Agric. Utsonomiya Univ.*, 6, 137-146.
- FUSTER, J. M. y col. (1968): Geología y Vulcanología de las Islas Canarias. Tenerife, Instituto Lucas Mallada, Madrid.
- LELONG, F. (1967): Nature et genèse des produits d'alteration de roches cristallines sous climat tropical humide (Guyane française). Thèse Fac. Sci. Nancy.
- RODRÍGUEZ PASCUAL, C., QUANTIN, P., TEJEDOR SALGUERO, M. L., FERNÁNDEZ CALDAS, E. (1975): Intergrados andosol-tierra parda oligotrófica. Características mineralógicas. Interpretación y clasificación. *An. Edaf. y Agr.* Tomo XXXIV, núms. 3-4, 263-279.
- RODRÍGUEZ PASCUAL, C., TEJEDOR SALGUERO, M. L., CABEZAS VIALSO, O., FERNÁNDEZ CALDAS, E. (1975): I. Características mineralógicas de la fracción inferior a 2μ en intergrados andosol-tierra parda oligotrófica. *An. Edaf. y Agr.*, tomo XXXV, núm. 11, 12.
- SAND, L. B. (1955): The genesis of residual Kaolins. *Am. Min.*, 41, 29-40.
- TEJEDOR SALGUERO, M. L., BENAYAS, J., FERNÁNDEZ CALDAS, E. (1975): Estudio físico-químico y micromorfológico de intergrados andosol-tierra parda oligotrófica, en un perfil complejo. *An. Edaf. y Agr.*, tomo XXXIV, núms. 9-10, 813-827.
- TEJEDOR SALGUERO, M. L., FERNÁNDEZ CALDAS, E. (1975): Andosoles Canarios. II. Intergrados andosol-tierra parda oligotrófica. Características morfológicas y químicas. *An. Edaf. Tomo XXXIV, núms. 3-4, 237-252.*

Recibido para publicación: 10-III-76