GENESIS DE CAMBISOLES GLEICOS SOBRE GRANITOS EN CLIMA MEDITERRANEO TERMICO

J. Aguilar y G. Delgado

Departamento de Edafología. Universidad de Granada (España)

RESUMEN

Se ha estudiado la génesis de un cambisol gleico desarrollado sobre derrubio de granito en el fondo de una vaguada que hace 40 años fue drenada artificialmente.

Los rasgos más característicos del perfil son una alteración intensa así como la presencia de restos carbonatados difíciles de explicar y formación acusada de arcilla.

Palabras claves: Cambisoles. Haplaqueptes mólicos. Alteración, biotita, ortosa, plagioclasa.

GENETIC STUDIES OF GLEYIC CAMBISOLS DEVELOPED ON GRANITIC MATERIAL IN A MEDITERRANEAN THERMIC CLIMATE

ABSTRACT

It has been studied the genesis of a gleyic cambisol developed on granitic material located at the place which 40 years ago was a natural swamp and then was artificially drained.

As most important features we found a high weathering as well as the presence of carbonates which are very difficult to explain. We also observe the new formation and transformation of different clay minerals.

Key words: Cambisols. Mollic haplaquepts. Weathering, biotite, orthoclase, plagioclase.

INTRODUCCION

Estos suelos se desarrollan en clima ligeramente cálido (17ºC) bajo una precipitación cercana a los 550 mm anuales y sobre roca madre constituida por derrubios graníticos. Su perfil es de tipo ABC, con horizonte B Cámbico.

El objeto del trabajo es caracterizar mediante estudios mineralógicos y micromorfológicos los procesos que presiden la génesis de estos suelos pardos.

Los suelos estudiados están situados en el cuadrante NE de la hoja 905 (Linares) del mapa militar de España a escala 1: 50.000 en la provincia de Jaén. La localización geográfica la podemos observar en la Figura 1.

El material sobre el que se han formado estos suelos es un derrubio de granito fino que rellena una pequeña cuenca interior formada por un sistema de fallas múltiples. Un esquema de la localización geológica del perfil lo podemos observar en la Figura 2.

METODOS UTILIZADOS

Se han seguido los métodos de análisis tal como se describen en el Soil Survey Investigations Report Nº 1 (Soil Conservation Service, 1972), excepto para las determinaciones que especificamos a continuación:

- Materia orgánica que hemos seguido las prescripciones de la Comisión de métodos analíticos del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología (1973).

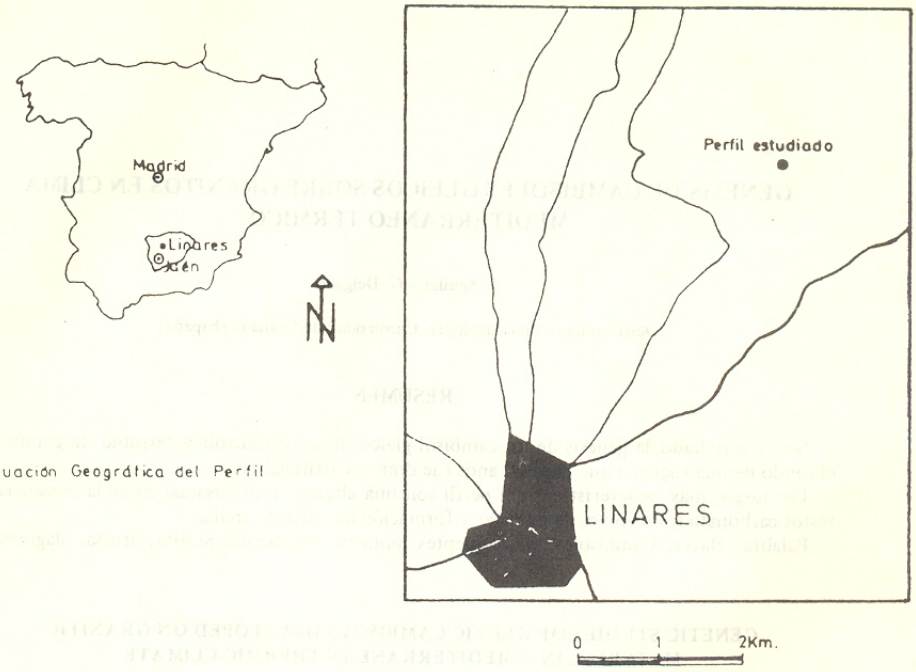

Fig.1 Situación Geográfica del Perfil

- Carbonatos: Se determinaron por volumetría de gases mediante el calcímetro de Bernard.
- En el cálculo de la retención de agua a 0,33 y 15 bares se utilizó el método de la membrana de presión de Richards (1954).
- En la determinación de la densidad aparente y del coeficiente de extensibilidad lineal (COLE) se ha sustituido el Sarán, como agente impermeabilizante, por parafina, con la que se obtienen valores análogos (Barahona y Santos 1981).
- En el análisis mineralógico por difracción de Rayos-x se han realizado diagramas de agregados orientados naturales y solvatados con Etilen glicol y dimetil sulfóxido. Se ha utilizado un equipo de difracción Philips PW 1010 con contador de centelleo y equipado con sistema de discriminación de altura de impulsos. Se ha empleado anticátodo de cobre y filtro de níquel, operando a 28 m A y 34 Kv.
- Para realizar el estudio micromorfológico se obtuvieron láminas de 8 x 6 cm según el método descrito por Altemuller (1962). Se utilizó como resina impregnante la cronolita 1108 que realizó el desbaste en una rectificadora de superficies planas Robert Blohm (modelo simplex).
- Para el estudio microscópico de las arenas se separaron las fracciones ligera y pesada por decantación en bromoformo.

DESCRIPCION Y DATOS ANALITICOS

La descripción del perfil modal podemos observarla en el anexo, en el que incluimos el estudio micromorfológico con la terminología de Brewer.

El suelo se trata de un inceptisol en el que dominan los procesos de alteración y cuyos horizontes diagnósticos existentes son un ócrico en superficie y un cámbico en profundidad.

El horizonte ócrico lo tiene exclusivamente en razón de profundidad ya que en ningún caso sobrepasa los 25 cm y por otra parte el solum sobrepasa netamente los 75 cm.

Dadas las características climáticas que podemos observar en la Figura 3 y teniendo en cuenta que posee un epipedón ócrico o un mólico menor de 25 cm y que su régimen de temperatura es termico se trataría de un Ochrept pero como la clasificación americana es excluyente debemos considerar que el suelo ha sido artificialmente drenado y presenta un epipedon ócrico, que yace sobre un horizonte con croma de 2 o menor y además manchas de color. Se trata pues de un aquept, que pertenece al gran grupo de los Haplaquept y como cumple todos los requisitos del subgrupo típico excepto el apartado C y además tiene un grado de saturación superior al 50% se trata de un mollic haplaquept.

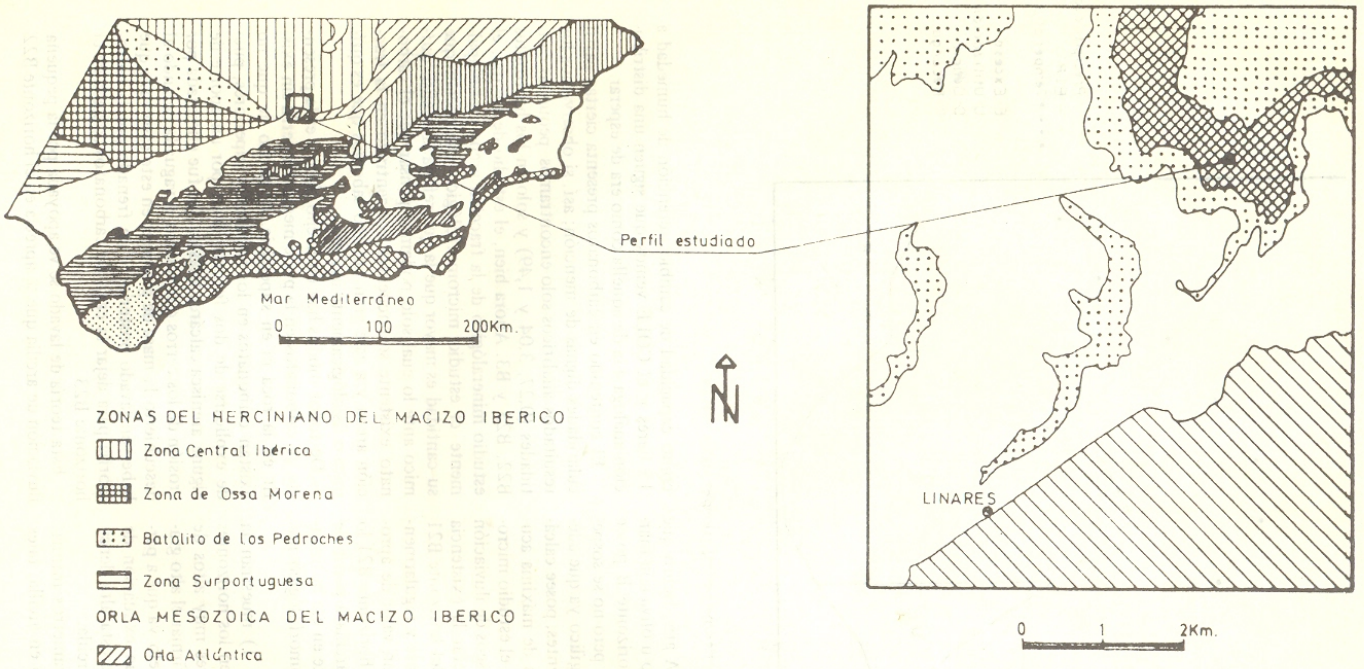

Fig. 2 SITUACION GEOLOGICA DEL PERFIL

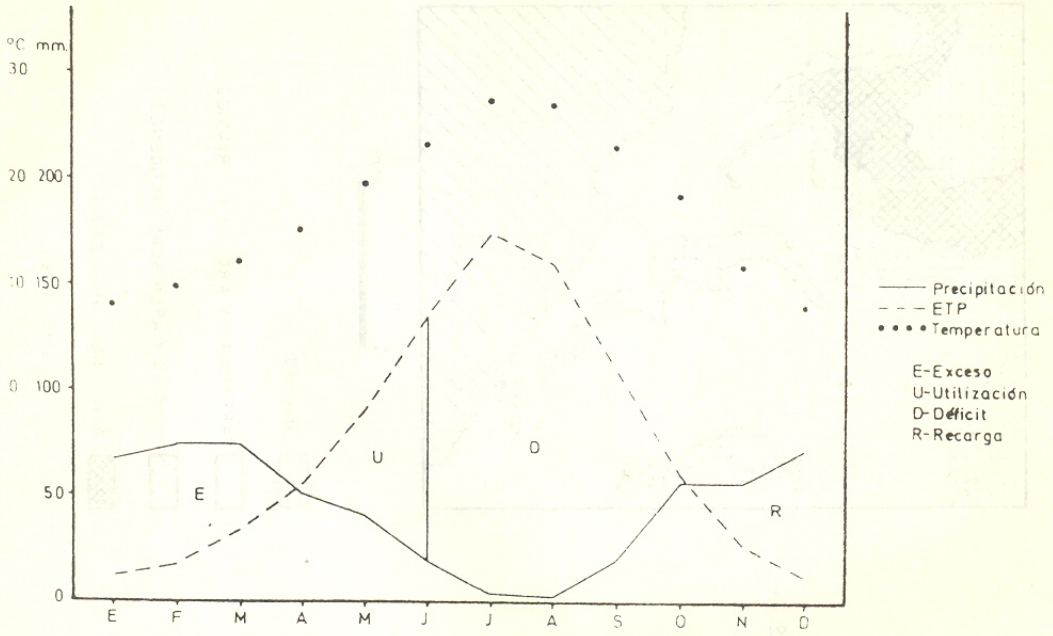

Fig. nº 3. Curvas de precipitación, temperatura y ETP

El suelo presenta un horizonte A gris oscuro que descansa sobre un horizonte B pardo u oliva con marcados rasgos hidromórficos. Este horizonte B posee mayor cantidad de arcilla que el Ap pero no se sospechó la presencia de un horizonte argílico ya que además de los signos de alteración evidentes, posee calcáreo, precisamente en los horizontes de máxima acumulación de arcilla. Posteriormente, el estudio micromorfológico confirmó los escasos rasgos de iluviación existentes insuficientes para considerar la existencia de un horizonte argíllico. A partir del horizonte B21 la arcilla empieza a disminuir constante y regularmente hasta alcanzar en el horizonte C un valor de aproximadamente un tercio del valor del horizonte B21 lo que confirma que la formación de arcilla a partir de los minerales primarios, es importante en ese horizonte, posteriormente el estudio micromorfológico nos dará más luz en este aspecto.

Los resultados analíticos (Tabla 1) muestran la acumulación ya reseñada de arcilla en los horizontes B. Por otra parte observamos valores muy altos de densidad aparente que vuelven a confirmar el alto grado de alteración existente en este suelo ya que a partir de la biotita observamos una gran exudación de hierro que va a ser el responsable de esta alta densidad, junto con la gran formación de arcilla.

Observando los valores de los parámetros íntimamente relacionados con el contenido en arcilla, tales como capacidad de cambio, retención de humedad a 15 bares y el COLE vemos que siguen una distribución análoga a la de aquella como era de esperar.

El contenido en carbonatos presenta ciertas particularidades dignas de mención; así. si observamos los resultados analíticos solo encontramos pequeñas cantidades (0,27; 3,04 y 1,49) y solo en los horizontes B22, B23 y B3. Ahora bien, el estudio de campo, el estudio mineralógico de la fracción arena y principalmente el estudio micromorfológico evidencian que su cantidad es mayor que la que refleja el análisis químico ante lo cual solo podemos pensar que el carbonato existente se encuentra concentrado en la fracción arena y a este gran tamaño sabemos que es química o fisiológicamente inactivo.

De todos modos hay un hecho claro y es la presencia de carbonatos en la parte media del perfil sin existir en la roca ni en superficie. El hecho de que no existan carbonatos en los horizontes superiores, puede explicarse de dos formas: bien por un aporte de alguna arenisca calcárea triásica que fue eliminada por erosión de los cerros que rodean la vaguada dejando al descubierto la masa de granitos; en este caso tuvo que haber un lavado posterior y un frenado por la hidromorfía para dejar la capa de carbonatos colgada en el horizonte B23.

Esta teoría de lavado se ve apoyada por la pequeña iluviación de arcilla que se aprecia en el horizonte B22

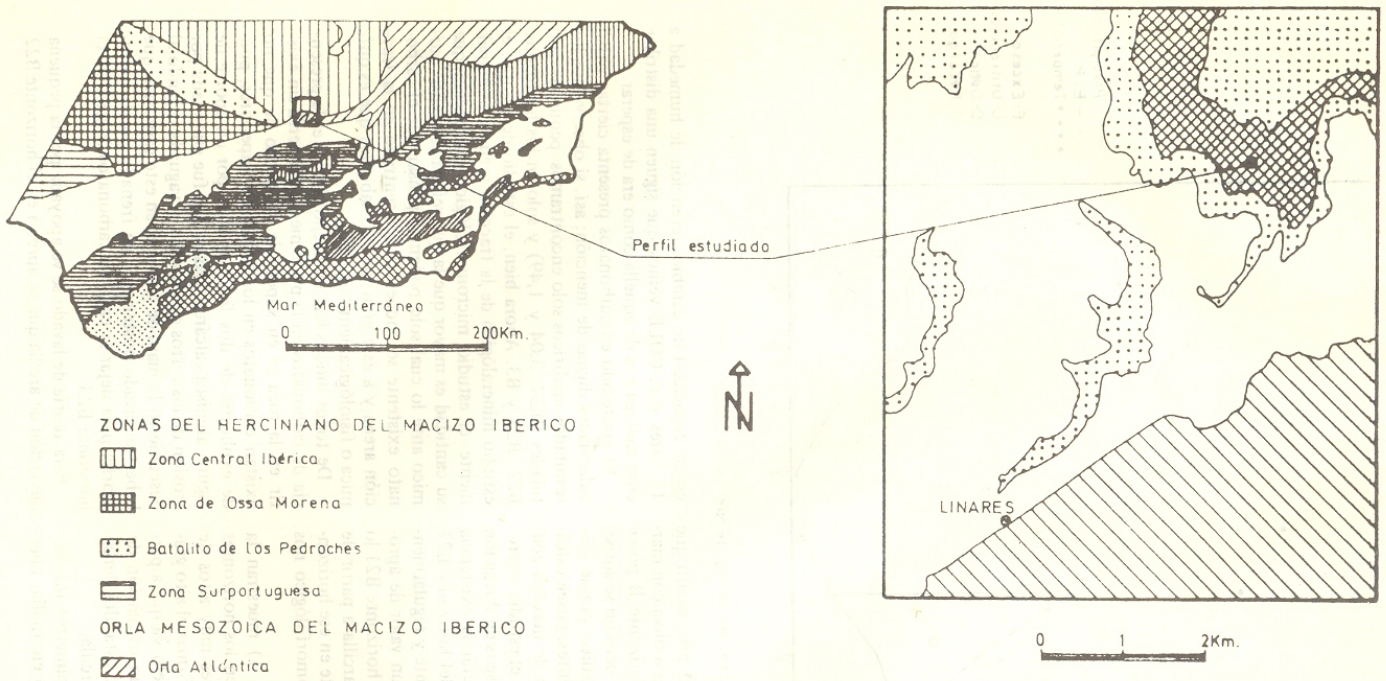

Fig.2 SITUACION GEOLOGICA DEL PERFIL

TABLA 1. Datos analíticos.

Horiz.	Prof. cm	Grava %	ARENA % Muy gruesa	Gruesa	Media	T. gruesa	Fina	Muy fina	T. fina	T. arena	Limo %	Arcilla %	UNIFIED <0,075 mm
Ap	0-10	2,4	8,9	16,8	10,9	36,6	19	3,9	23	59,6	22	18,2	40,4
AB	10-25	2,2	7,8	16	10,7	34,5	19,7	4,3	24	58,7	20,6	20,6	41,4
B21	25-49	2,2	7,6	14,5	9,5	31,6	16,4	3,6	20	51,7	16,2	31,9	48,3
B22	49-78	2,1	13	14,8	9,3	37	15,4	3,4	18,8	55,9	16,3	27,7	44,3
B23	78-110	3,6	11,5	16,2	9	36,8	14,7	3,5	18,2	54,9	22,6	22,3	45,2
B3	110-140	3,2	14,9	17,2	9,6	41,7	16,1	4,1	20,9	61,9	20,5	17,4	38,3
C	140	3,6	23,1	19,6	10,1	52,7	15,7	3,4	19	71,8	16,1	11,9	28,3

Sección control 25 – 100 cm.

Horiz.	pH (H_2O)	$CO_3^=$ %	C Orgánico %	Nitrógeno %	C/N	P asimilable ppm	K meq/100 g	Bases de cambio meq/100 g Na	K	Ca	Mg	Capacidad de cambio
Ap	7,25	0	2,41	0,12	11,4	15	0,51	0,17	0,43	11,4	1,97	10,2
AB	7,4	0	1,43	0,09	8,7	10	0,36	0,13	0,30	11	2,05	12,2
B21	7,6	0	0,69	0,06	6,8	10	0,31	0,27	0,31	17	3,85	16,35
B22	7,8	0,27	0,33	0,014	13,5	8	0,18	0,69	0,26	17	3,85	16
B23	8	3,04	0,21	0,014	8,7	14	0,14	0,77	0,18	38,5	4,01	14,27
B3	8,5	1,49	0,16	0,01	10,8	12	0,10	0,41	0,14	27	3,2	10,44
C	7,8	0	0,10	0,002	35,2	10	0,10	0,21	0,14	12	2,46	7,65

Horiz.	W 1/3 %	W 15 %	D.A.H.f.	COLE	COLEF
Ap	15,5	9,7	1,68	–	–
AB	15,4	8,5	1,67	–	–
B21	20,9	13,1	1,55	0,055	0,056
B22	22,1	11,3	1,68	0,043	0,045
B23	18,5	9,2	1,72	0,043	0,045
B3	15,3	7,3	1,69	–	–
C	11,6	5,2	1,75	–	–

TABLA 2: Porcentaje de los distintos minerales en la fracción arena fina.

Mineral %	Ap	AB	B21	B22	B23	B3	C
			F. Ligera				
F. Ortosa	30	31	28	30	20	18	30
Micas	42	41	40	40	19	18	30
Cuarzo	20	21	19	18	9	9	17
Plagioclasas	8	7	12	13	14	13	17
Carbonatos	–	–	–	–	38	42	6
F. Ligera % (total)	99,9	99,8	99,3	99,8	99,1	99,3	99,4
			F. Pesada				
Biotita	11	14	3	17	31	38	52
Opacos	52	31	34	24	29	24	23
Hornblenda	36	53	62	51	39	38	24
Andalucita	1	1	1	–	–	–	–
Rutilo	–	–	–	2	–	–	–
Circón	–	–	–	5	1	–	1
Augita	–	–	–	1	–	–	–
F. Pesada (total)	0,1	0,2	0,7	0,2	0,9	0,7	0,6

y sobre todo por la recristalización de carbonatos encontrada en el horizonte B23, que nos habla de una fase previa soluble con la formación de una cristalaria de cristales grandes de CO_3Ca en el seno de la capa de agua cuando ésta está alta.

Otra hipótesis que justifique la presencia de estos carbonatos, podría ser asignarle un origen biológico, hecho ya apuntado por Aguilar y col. (1978) cuando existe una gran riqueza en calcio y magnesio, procedente de los minerales constituyentes y la actividad biológica es alta. Esta hipótesis vendría apoyada por un lado por el pH elevado que nos habla de que la actividad biológica va a ser elevada, por otro lado el que la cantidad de carbonatos existentes sea muy pequeña parece excluir la otra hipótesis y apoyar esta; también la mineralogía de la fracción arena fina confirma la gran riqueza en calcio y por último y más importante el estudio micromorfológico nos muestra la transformación plagioclasas carbonatos como podemos observar en la Figura 4 y que consideramos una prueba concluyente.

El estudio mineralógico de la fracción arena fina (Tabla 2), muestra como la fracción pesada es muy pequeña en comparación con la fracción ligera, pero sobre todo nos permite observar el estado en que se encuentran los minerales constituyentes de esta fracción y las posibles transformaciones existentes, así:

Las biotitas están impregnadas en su mayoría de óxidos de hierro el cual unas veces se sitúa entre las hojas y otras se concentra en masas con tendencia redondeada que son las que se van a individualizar para dar los minerales llamados "opacos". En ocasiones, pero rara veces se observa una cloritización parcial de las biotitas. La mayor parte de las veces dan origen a arcillas micáceas.

La alteración del cuarzo es muy débil, de manera que se limita a una mayor o menor fisuración de los minerales.

Los feldespatos potásicos presentan también óxidos o hidróxidos de hierro en su superficie y en otras ocasiones están sericitados.

En cuanto a las plagioclasas ya hemos dicho que una pequeña parte de ellas evoluciona a carbonatos mientras que más frecuentemente evolucionan a sericitas.

TABLA 3: Porcentaje de los distintos minerales de la fracción arcilla.

Arcilla %	Ap	AB	B21	B22	B23	B3	C
Mica	70	75	61	53	36	44	65
Montmorill.	24	19	39	47	56	49	30
Caolinita	6	6	<5	<5	8	7	5
Clorita	Tr.	<5	Tr.	Tr.	<5	<5	<5
Paragonita	Tr.	Tr.	Tr.	–	Tr.	Tr.	Tr.
Interestratif.	<5	<5	Tr.	Tr.	<5	Tr.	Tr.

En el estudio de la fracción arcilla (Tabla 3) encontramos un predominio neto de las arcillas micáceas sobre la montmorillonita que son los dos minerales mayoritarios. Junto a éstos pero minoritario existen caolinita y clorita e interestratificados posiblemente de tipo Mica-Vermiculita.

Si observamos la distribución en el perfil de los diferentes minerales de la arcilla vemos como la montmorillonita aumenta del horizonte A al horizonte B2 para disminuir a continuación en el horizonte B3 y C.

Este hecho junto con la pequeña iluviación observada, permite concluir que el mineral de la arcilla que se mueve en el suelo es la montmorillonita si bien esta iluviación, es insuficiente para que se produzca la formación de un horizonte argílico.

Por otra parte, si tenemos en cuenta la cantidad de arcilla del horizonte C y las cantidades existentes en los horizontes superiores aquí sí podemos afirmar que la cantidad de arcilla formada por alteración es francamente importante y que tiene lugar preferentemente, como arcillas micáceas a partir de los minerales primarios existentes.(Figura 5).

Con respecto a la caolinita debe proceder de las plagioclasas y en cuanto a la clorita parte de ella se origina por cloritización de las biotitas y otra parte a partir de los minerales ferromagnesianos, concretamente de hornblenda.

Con respecto a los interestratificados presentes por las características observadas en los diagramas parecen ser de tipo Mica-Vermiculita, que proceden de la alteración de las micas.

De las consideraciones anteriores podemos deducir el balance mineralógico global que resumimos en el siguiente esquema:

CONCLUSIONES

En la génesis de estos suelos y como rasgos más importantes tenemos una pequeña iluviación de arcilla insuficiente para dar origen a un horizonte argílico y una fuerte alteración donde podemos distinguir tres fases sucesivas. En la primera, tiene lugar una sericitación a partir de la ortosa y las plagioclasas que se produce principalmente en las fisuras de los minerales y fragmentos rocosos.

La segunda fase afecta casi exclusivamente a las plagioclasas, que estaban ya bastante alteradas después de la fase anterior.

Por último en la tercera fase tiene lugar la alteración de las biotitas con formación de arcillas micáceas y separación de hierro que va a constituir los llamados minerales opacos.

ANEXO

Descripción del Perfil según F.A.O.

Clasificación: Mollic Haplaquept, coarse loamy, micaceous and thermic (Soil Taxonomy) Cambisol gleico (FAO).
Fecha de la observación: 4 - 7 - 80.
Situación: Carretera Linares a la Fernandina, provincia de Jaén, España.
Coordenadas UTM: 4475- 42212
Altitud: 420 metros.
Posición geográfica: Llanura que correponde a un fondo de valle que hasta hace 40 años fue un pantano natural.
Forma del terreno circundante: Colinado.
Microtopografía: Albardones artificiales.
Pendiente: Clase 1 llano.
Vegetación o uso de la tierra: Cultivo de cereales y forraje para el ganado.
Material de partida: Derrubios de granitos depositados como relleno de una pequeña depresión.
Drenaje: Clase 3 moderadamente bien drenado.
Condiciones de humedad: Húmedo a partir de los 25 cm.
Profundidad de la capa freática: Fluctuante pero como media se sitúa a unos 3 metros de profundidad.
Pedregosidad: Clase 0 sin piedras.
Afloramientos rocosos: Clase 0 ninguno.
Erosión: hídrica y eólica muy ligeras.
Salinidad en superficie: No, Clase 0.

Horiz.	Prof. cms.	Descripción
Ap	0-10	Entre gris oscuro y gris oliva (10YR 4/1) en seco y gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; textura franco arenosa con poca grava; estructura enbloques subangulares medianos, fuerte, ligeramente adherente, ligeramente plástico, firme, duro; no cutanes ni superficie de presión; porosidad abundante, con muchos poros intersticiales medianos y gruesos caóticos, imped y exped, muy pocos tubulares caóticos imped, muy pocos vesiculares; muy pocas gravas, aproximadamente un 3 por ciento de tamaño pequeño, menos de 0,5 cm de cuarzo, formas angulosas, no alteradas; no calcáreo; actividad biológica escasa que se manifiesta por caparazones de insectos; raíces en cantidad media, finas y medianas límite neto y plano con el horizonte subyacente.
AB	10-25	Pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2) en húmedo; franco arcillo arenosa con poco grano; estructura en bloques angulares gruesos fuerte, ligeramente adherente, ligeramente plástico firme, muy duro; superficie de presión sobre caras de agregados, débilmente cementado por la arcilla, pocos poros intersticiales medianos y gruesos, verticales principalmente, y menos horizontales y oblicuos exped, muy pocos tubulares y vesiculares, muy pocas gravas (2 por ciento) de las mismas características del horz. anterior, no calcáreo, actividad biológica también escasa; escasas raíces medianas, finas y muy finas; límite neto con el horizonte subyacente.
B21	25-49	Color pardo grisáceo (2,5 YR 5/2) en seco y pardo grisáceo oscuro (2,5 Y 4/2) en húmedo, manchas de color oliváceo poco diferenciadas y escasas; textura franco arcillo arenosa con poco grava; estructura en bloques angulares muy gruesos con tendencia a prismática, fuerte, ligeramente adherente, ligeramente plástico, firme, muy duro, superficies de presión contínuas en caras de agregados; se aprecia cementación por arcilla, pocos poros intersticiales medianos y gruesos principalmente verticales, también oblicuos, exped, muy pocas gravas (2 por ciento) de las mismas características que en los horizontes anteriores, no calcáreo, muy escasas raíces finas, muy finas y medianas, límite neto y plano con el horiz. subyacente.
B22	49-78	Oliva (5Y 5/3) en seco y entre oliva y gris oliva (5Y 4/2,5) en húmedo; textura franco-arcillo-arenosa con poca grava; estructura en bloques angulares no gruesos con tendencia a prismática, fuerte, ligeramente adherente, ligeramente plaśtico, firme y muy duro; superficies de presión en caras de agregados; como en el anterior horizonte, se aprecia cementación por la

		arcilla: pocos poros intersticiales, verticales, oblicuos, exped, finos y medianos, muy pocas gravas (aproximadamente 2,5 por ciento) de las mismas características que en los horizontes anteriores, ligeramente calcáreo, límite difuso y plano con el horiz. subyacente.
B23	78-110	Color oliva pálido (5Y 6/3) en seco y oliva (5Y 5/3) en húmedo, con manchas de color blanco en forma de micelios, pseudomicelios de carbonato; textura franco-arcillo-arenosa con poca grava; estructura en bloques angulares gruesos, fuertes, ligeramente adherente, ligeramente plástico, firme, muy duro, superficies de presión sobre caras de agregados, algo cementado por la arcilla; pocos poros intersticiales verticales, oblicuos, exped, finos y medianos, muy pocas gravas (aproximadamente 4 por ciento) con las mismas características que en el resto de los horizontes, micelios de carbonatos contínuos y muy finos, aproximadamente de 0,5 mm, fuertemente calcáreo, límite neto y plano con el horizonte subyacente.
B3	110-140	Color oliva pálido (5Y 6/3) en seco, oliva (5Y 5/3) en húmedo, textura franco-arenosa con poca grava, estructura en bloques angulares medianos de débil a moderada, ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable, ligeramente duro; no cutanes ni superficies de presión, porosidad más abundante que en los horizontes anteriores, constituida por frecuentes poros intersticiales caóticos, exped, muy pocas gravas (aproximadamente 4 por ciento) de las mismas características que en el resto del perfil, calcáreo, límite difuso y plano con el horizonte subyacente.
C	140	Color oliva pálido (5Y 6/3) en seco, oliva (5Y 5/3) en húmedo, escasas manchas de color pardo amarillento claro, textura franco-arenosa con poca grava; estructura en bloques angulares medianos, débil a moderada ligeramente adherente, no plástico, friable, blando, no cutanes ni superficies de presión; porosidad más abundante que el horizonte anterior con frecuentes poros intersticiales caóticos, exped e imped; muy pocas gravas de las mismas características que en el resto del perfil; levemente calcáreo.

Estudio Micromorfológico

Ap

Esqueleto muy abundante, constituido por ferromagnesianos, plagioclasas, cuarzo y fragmentos rocosos muy alterados de naturaleza granítica; es de destacar el gran tamaño de los granos minerales. El esqueleto orgánico también está presente en forma de fibrohistos pero en pequeña cantidad.

Plasma en poca cantidad constituido por arcilla y limo muy entremezclados con un color pardo oscuro sucio; presenta una contextura básica aglomeroplásmica y plásmica asépica.

Porosidad muy elevada, representada principalmente por huecos de empaquetamiento compuesto y en mucha menor cantidad por canales.

Como rasgos edáficos existen algunos litorelictos y una cantidad moderada de nódulos de hierro que se liberan de los fragmentos rocosos en la que es frecuente la biotita.

Es de destacar en este horizonte, una cierta alteración que se pone de manifiesto por la gran cantidad de transformaciones que se observan en los minerales (Foto 2), y también por la liberación de hierro y la formación de arcilla que se aprecia en otros fragmentos rocosos.

El plasma orgánico es relativament abundante comparado con el mineral, y es el responsable de la contextura plásmica que se observa, ya que impregna a la parte mineral como un pigmento.

AB

Esqueleto de la misma naturaleza, tamaño y distribución que el horizonte anterior, con la salvedad de que está en menor cantidad y los fragmentos rocosos son más frecuentes.

Plasma más abundante que el horizonte anterior y con dos zonas claramente delimitadas, una de ellas de color amarillento, constituida por arcilla fundamentalmente, que se parece al horizonte B subyacente y otra, de color pardo oscuro sucio, con las mimsas características ya reseñadas en el horizonte anterior. La contextura básica del plasma, amarillento es intertéxtica y la plásmica insépica, mientras que la zona parda presenta las contexturas descriptas para el horizonte Ap.

Porosidad sensiblemente menor que en el horizonte anterior, constituida por huecos de empaquetamiento, cavidades y canales, éstos últimos en pequeña cantidad.

En cuanto a rasgos edáficos, en la zona amarillenta existen arcilanes amarillos alrededor de granos de esqueleto originados por alteración y presión, hecho que no ocurre en la zona pardo-amarillenta. En lo que se refiere a glébulas, podemos referirnos a lo dicho en el horizonte anterior, con la salvedad de una mayor cantidad de nódulos.

Es de destacar que el grado de alteración es bastante mayor, que en el caso anterior, y se aprecia una formación de arcilla importante en el interior de los granos minerales o fragmentos rocosos.

B21 Esqueleto algo menos abundante que en los horizontes anteriores, de la misma naturaleza, tamaño y distribución. Plasma en mayor cantidad, constituido fundamentalmente por arcilla de color amarillo y en algunas zonas amarillo rojizo.
Presenta una contextura básica intertéxtica y plásmica moesquelsépica.
La porosidad disminuye sensiblemente con respecto a los horizontes anteriores, y cambia su morfología de manera que predominan grietas y canales.
Como rasgos edáficos son frecuentes los cutanes de arcilla, arcilanes, pero el origen de todos ellos es alteración y presión, de manera que la iluviación es despreciable. También existen cutanes iniciales de Mermut en gran cantidad en el interior de muchos fragmentos rocosos.
La alteración en general está muy desarrollada, de ahí que el número de nódulos sea también abundante.

B22 Horizonte en todo análogo a lo anterior, con la particularidad de que existe una pequeña cantidad de carbonatos difícil de explicar. También existe una ligerísima iluviación aunque está muy alejada de los requerimientos de horizonte argílico. El resto de las características son en todo análogas.

B23 Horizonte similar al anterior con la salvedad de que el carbonato cálcico está en mayor cantidad, pero de la misma forma, los granos de esqueleto aumentan de cantidad respecto al horizonte anterior, con lo que disminuye el plasma. La alteración es muy intensa y se pone de manifiesto por la gran cantidad de transformaciones y la liberación de arcilla e hierro en los fragmentos minerales y de rocas existentes. Es de destacar el hecho de que en uno de los nódulos carbonatados se aprecia una parte esparítica producto de una recristalización lo que apunta a un posible origen por lavado.

B3 Esqueleto muy abundante, constituido por el mismo tipo de minerales, con la misma distribución que en los horizontes anteriores. Presenta una buena proporción de carbonato de tipo micrítico. Plasma en pequeña cantidad con las características descriptas en horizontes anteriores.

C Prácticamente todo el horizonte es esqueleto mineral, de la misma naturaleza que el resto del perfil pero sin carbonatos.

BIBLIOGRAFIA

Aguilar, Ramos, J. y F. Ruiz, 1978. Contribution to the study of the crystals formation process by Bacteria. Proceeding of the fifth International Working Meeting on Soil Micromorphology. V.I. 139-168. Granada. España.

Altemuller, H. J., 1962. Verbesserung der Einbettung und Schleiftechnik bei der Herstellung von Bodendünnschliffen mit Vestopal. Ztschr. Pflanzenernährung. Düngung, Bodenkunde, 99: 164-177.

Barahona, E. y F. Santos, 1981. Nuevo método para la determinación de densidades aparentes y del coeficiente de extensibilidad lineal (COLE) por medio de parafina. Anal. de Edaf. y Agrob. XL. 5-6 721-726.

Brewer, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley & Sons. New York.

Comisión de Métodos Analíticos del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología. José María Albareda, 1973.

Richards, L. A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils U.S. Salinity Laboratory, U. S. Dept. Agr. Handbook 60.

Soil Conservation Service, 1972. Soil Survey Laboratory methods and procedures for collecting soil samples. USDA. Washington.

Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy.