

# DEGRADACION DE SUELOS POR CAUSAS BIOLÓGICAS. SUELOS AFECTADOS POR PODSOLIZACION EN ESPAÑA

JUANA GONZÁLEZ PARRA<sup>1</sup> y A. M. MORENO GARCÍA<sup>1</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se estudian diferentes etapas del proceso de podsolización, consecuencia de la degradación de la vegetación arbórea natural. También se realiza en el trabajo una revisión bibliográfica de suelos españoles afectados por el anterior proceso.

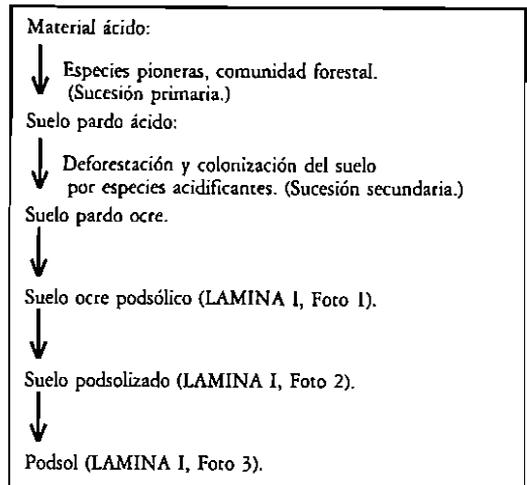
## INTRODUCCION

Cuando las rocas quedan expuestas a la meteorización sufren una serie de alteraciones físicas y químicas que favorecen su colonización por algas, bacterias, hongos, líquenes, protozoos, etcétera, que aportan materia orgánica al material mineral, comenzando así el desarrollo del suelo, que presenta en esta etapa características muy próximas a las de la roca original. Después, la flora y la fauna van siendo cada vez más complejas y paralelamente aumenta el desarrollo del suelo, cuyas propiedades dependerán de las condiciones ecológicas existentes que condicionan toda una serie de procesos diferenciadores.

Para cada conjunto de factores formadores (roca, vegetación, clima, topografía) tiene lugar una secuencia evolutiva progresiva que conduce a suelos en equilibrio con el medio natural que les rodea, de forma que cuando varía alguno de dichos factores ecológicos (modificación de la cubierta vegetal, por ejemplo) la evolución del suelo se desvía de la secuencia normal, siendo el resultado otro tipo de suelo diferente.

El término podsol, denominación popular rusa, hace referencia a un importante rasgo morfológico-genético que presenta este tipo de suelos: la existencia de un horizonte blanquecino situado bajo una capa de cultivo o vegetación natural, semejan-

te a la capa de cenizas presentes después de los incendios forestales. De acuerdo con las teorías más recientes, el término podsolización se utiliza para designar aquellos procesos de migración de compuestos orgánicos móviles conjuntamente con aluminio o hierro y su posterior acumulación en profundidad formando horizontes espódicos; luego, además de la presencia de un horizonte decolorado, es importante el horizonte de iluviación en la definición de podsoles. Parece ser que la formación de este horizonte pasa por dos fases, a veces tres, que tienen como resultado el enriquecimiento en estos elementos y compuestos orgánicos más o me-



Proceso de podsolización secundaria

<sup>1</sup> Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

nos polimerizados; cuando el grado de evolución es acusado, la diferenciación morfológica de estos caracteres es bien patente. Sin embargo, es bastante frecuente la existencia de suelos en diversos estadios de esta secuencia evolutiva que no presentan una morfología tan clara, pero en cuyo interior están teniendo lugar los procesos de movilización de complejos organominerales típicos del proceso de podsolización, sin que lleguen a ser tan intensos como para manifestarse claramente en la morfología del perfil que sigue pareciendo un suelo pardo. El problema, pues, de la distinción entre horizontes típicos del podsol (espódico) y del suelo pardo (cámbico) es difícil de resolver, sobre todo en perfiles integrados, por lo que se hace preciso la aplicación de criterios químicos para la identificación de estos horizontes.

Las condiciones ecológicas que conducen a la podsolización son varias: un clima frío, ya que una baja temperatura media retrasa la descomposición de la hojarasca y da lugar a la producción masiva de compuestos pseudosolubles; el clima atlántico húmedo también es favorable a este proceso, siempre que los otros factores, material y vegetación, adiccionen su acción a la del clima.

Respecto al material, las rocas más susceptibles a la formación de podsoles son las de elevada proporción en cuarzo, con fuerte acidez, gran permeabilidad y bajos contenidos en minerales alterables, hierro libre y arcilla.

Con relación a la vegetación, en la mayoría de los casos este proceso está ligado a una vegetación acidificante (resinosas y ericáceas), productoras de un humus tipo mor; sin embargo, cuando las demás condiciones son muy favorables, la podsolización puede, incluso, tener lugar bajo bosques de frondosas, VAL (1981), HOYOS *et al.* (1980). La influencia que ejerce la vegetación ha sido señalada por numerosos autores, pudiéndose demostrar que los podsoles de regiones atlánticas son en su mayoría secundarios y se originan por la destrucción por el hombre (talas, pastoreo, incendios) de la vegetación potencial, es decir, la que está en equilibrio con el medio ambiente, y posterior sustitución de ésta por el matorral (brezal con *Calluna*), lo que supondría una modificación por degradación del tipo de humus, DUCHAUFOR (1984), dando lugar a componentes capaces de formar complejos móviles con elementos minerales.

La existencia de una topografía llana también contribuye a la formación de este tipo de suelo, como se pone de manifiesto al estudiar los mecanismos de la podsolización. Cuando el conjunto de estos factores ecológicos ya citados es favorable a este proceso, se puede formar en unos cientos de años un tipo de suelos con caracteres esenciales de podsol, aunque su posterior evolución, desarrollo y espesor del horizonte espódico tenga lugar muy lentamente.

### Distribución en España

En España son muchas las zonas que reúnen las condiciones anteriormente expuestas, por lo que se presenta la podsolización, bien incipiente, moderada o muy acusada, debido, en parte, a las características ecológicas existentes y también al papel de freno que ejercen factores no propicios al proceso en determinadas situaciones. Pasamos a continuación a hacer una revisión de las zonas afectadas, comenzando por las que presentan circunstancias más favorecedoras a la degradación.

La zona gallega española, GUITIÁN y CARBALLAS (1968), presenta unas características climatológicas favorables al proceso de podsolización. El material litológico existente, areniscas, cuarcitas, sedimentos terciarios y cuaternarios ricos en cuarzo, esquistos ricos en cuarzo y granitos, puede dar lugar a este tipo de suelos, necesitando los últimos términos de los anteriores materiales una influencia más acusada de los otros factores que contribuyen al proceso: la mayor parte de los podsoles gallegos se presentan sobre areniscas y cuarcitas, MACÍAS *et al.* (1980). La situación topográfica tiene poca influencia si la pendiente no es muy acusada: en la Sierra de Xistral (Lugo), única zona gallega donde prácticamente no existe déficit anual de precipitación, se han estudiado suelos podsólicos en posiciones topográficas de ladera en las que la pendiente favorece el drenaje lateral, AGUILAR *et al.* (1980). La vegetación es siempre un brezal de ericáceas o de repoblación con pinos, aunque también existen estos suelos bajo praderas sobre sedimentos ricos en cuarzo.

En Asturias (Granda, Sama, Cantera de Cabruñana) se encuentran podsoles morfológicamente bien desarrollados sobre rocas sedimentarias silíceas con escasa proporción de otros minerales, con una pre-

precipitación anual de 1.100 a 1.300 mm, bastante regularmente distribuida y una temperatura media de 10° a 13° C. La vegetación es de robles con *Calluna*, pinos con *Calluna* y tojos, e incluso, prados con helechos (MUÑOZ TABOADELA M., 1952). También se han localizado próximos al embalse de Tanes suelos con características podsólicas.

En Santander (XII R.N.S., 1983) tanto en el norte (próximo a San Vicente de la Barquera) como en el sur (Portillo de Sía) se han estudiado podsoles muy bien diferenciados morfológicamente, desarrollados a partir de arenas ligeramente consolidadas y areniscas, bajo vegetación de brezal-tojal, landa de sustitución procedente del robledal natural. En ambas zonas las precipitaciones son muy elevadas, próximas a 1.700 mm en Portillo, y el proceso de podsolización se encuentra frenado por el aporte de rocas calizas, siendo, en general, muy localizados los suelos con clara morfología de podsol, ALEXANDRE *et al.* (1984).

Los podsoles en Alava están fuertemente condicionados por características climáticas y roca madre, areniscas calizas a veces con abundantes cantos de cuarcita, que han sufrido intensa descarbonatación. La vegetación natural es un bosque de hayas, constituyendo las calizas que se encuentran en profundidad la reserva de bases que permite el desarrollo de este tipo de vegetación. La pluviosidad es alta, existiendo fuerte lavado, ya que el sustrato es muy filtrante. La mayor extensión de estos suelos se localiza en el Puerto de Azáceta y Encía, IÑIGUEZ *et al.* (1980).

VAL e IÑIGUEZ (1981) llevaron a cabo el estudio y caracterización de podsoles en la Sierra de Urbasa (Navarra) desarrollados sobre areniscas con cemento calizo; la precipitación es elevada (Alsasua, 1.383 mm), y en cuanto a la vegetación, el hayedo constituye las manchas forestales de mayor continuidad; la degradación del bosque y establecimiento de vegetación de brezales parece ser un factor condicionante del proceso, aunque en ningún caso el bosque de hayas ha llegado a desaparecer totalmente.

HOYOS *et al.* (1980) estudiaron, asimismo, suelos podsolizados en esta zona, bajo vegetación de hayas, que condiciona un humus poco favorable al proceso de podsolización. Están desarrollados a partir de samitas calcáreas constituidas fundamen-

talmente por cuarzo, con escasa proporción de feldspatos y de otros minerales alterables y un régimen de humedad mediterráneo húmedo, existiendo superávit de agua desde noviembre a mayo, lo que contribuye a la descarbonatación del material original.

BECH *et al.* (1981) realizaron un estudio sobre suelos con caracteres morfológicos podsólicos en la alta montaña andorrana asociados al piso de vegetación subalpino y sometidos a pluviometría anual de 1.100 a 1.500 mm. Están en distintas posiciones topográficas y orientaciones, pero todos ellos se han formado a partir de materiales ácidos (depósitos morrénicos graníticos, cuarcitas, etcétera) y soportan generalmente una vegetación acidificante de bosque de *Pinus uncinata* y landa de ericáceas, que da lugar a humus de tipo moder a mor. Estos suelos en ningún caso presentan horizonte eluvial A<sub>2</sub>.

En León (Puerto Ventana) se ha estudiado la materia orgánica y óxidos de hierro de suelos con marcado carácter podsólico, desarrollados sobre areniscas bajo vegetación de brezal, a una altitud de 1.650 m en pendiente y con una pluviosidad elevada (1.739 mm en la estación meteorológica de Leitariegos). La gran proporción de hierro existente en el suelo y la escasa proporción de agentes complejantes influyen frenando el desarrollo de estos suelos, BARRERA I. (1981) y SÁNCHEZ ROBLES (1981).

En Burgos, en el Páramo de Carrales, sobre arenas albenses, presentan los suelos procesos de podsolización, aunque son puntuales los de marcada morfología podsólica, MONTURIOL *et al.* (1979).

En Quintanar de la Sierra, Burgos, se han estudiado suelos, HOYOS, G. PARRA, G. HUECAS, LA FUENTE (1982), que constituyen una secuencia catenal en el proceso de podsolización, algunos bien diferenciados morfológicamente. Son muy pobres en arcilla, con acusada acidez y humus de tipo moder. Se han desarrollado sobre conglomerados constituidos por clastos de cuarcita y escasa matriz con óxidos de hierro, siendo la pluviosidad próxima a los 1.000 mm anuales, existiendo superávit de agua desde noviembre a mayo. La vegetación de la zona corresponde a un robledal de *Quercus pyrenaica* repoblado con *Pinus sylvestris*, siendo manifiesta la presencia de matorral de robles en forma estoloní-

fera, siendo ésta tal vez la causa fundamental de que se esté frenando el proceso de podsolización. Los suelos más evolucionados se encuentran en las zonas más bajas de la secuencia, MARTÍNEZ MORA (1980) y LÓPEZ TARRUELLA (1981).

En Salamanca, al norte de la Sierra de Francia, existen suelos podsolizados y podsoles por encima de los 1.500 m., GALLARDO y EGIDO (1979), sobre material cuarcítico, en orientación norte y bajo brezal con *Calluna*. Son suelos mal estructurados, con humus de tipo mor y clara morfología podsólica. A menor altitud, con las mismas condiciones, los perfiles no acusan la diferenciación morfológica típica; aunque existe patente emigración de hierro, los suelos son criptopodsólicos.

Asimismo, en el Sistema Central, Sierra de Francia y Guisando, en fuertes pendientes sobre materiales ácidos, pobres en minerales de hierro, se desarrollan suelos ocrepodsólicos en los que no aparece el horizonte A, porque la pendiente favorece el arrastre lateral de complejos organometálicos, HOYOS *et al.* (1980). Los mismos autores estudian en la Sierra de Gata y Piornal, Cáceres, los suelos de tipo ránker criptopodsólicos.

G. GONZÁLEZ, G. VICENTE y RIESCO (1981) han estudiado la mineralogía de podsoles de las Sierras de Gredos y Gata sobre materiales diversos, coluvios de cuarcitas y pizarras, y sobre granodioritas, con vegetación a base de ericáceas y precipitación media en La Alberca de 1.365 mm, con un clima perhúmedo y superávit de agua en los meses de noviembre a mayo.

En la provincia de Teruel, a altitudes de 1.350 a 1.850 m, sobre arenisca metamorfizada, aparecen en la zona de Bezas suelos sin clara morfología podsólica en los que el estudio analítico, mineralógico y de su materia orgánica pone de manifiesto la movilización de quelatos. HOYOS *et al.* (1981).

Se han observado podsoles bastante bien diferenciados en Segovia, en el Puerto de la Quesera, bajo un brezal, a una altitud de 1.330 m.

Los podsoles más meridionales, VELASCO y POLO (1979), se encuentran en Las Villuercas, Cáceres, sobre cuarcita, en los que se comprueba analíticamente la movilización de hierro, materia orgánica y arcilla, aunque no siempre el perfil acusa dife-

renciación podsólica; son clasificados como suelos podsólicos y podsoles.

En algunos puntos de la provincia de Soria las condiciones ecológicas existentes, material original, clima y topografía tienden a favorecer la podsolización, acciones que son reforzadas por la sustitución del robledal de *Quercus pyrenaica* por brezales de *Calluna* y ericas, especies que condicionan un tipo de humus ácido de lenta transformación y que da lugar a gran acumulación de restos vegetales que liberan compuestos orgánicos poco polimerizados capaces de alterar minerales y de formar complejos solubles con el hierro y el aluminio procedentes de dicha alteración, ALEMANY (1985).

#### CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA ESTUDIADA

Los suelos estudiados están localizados al norte y al sur del embalse de la Cuerda del Pozo (Soria), próximos a las localidades de Vinuesa y Herreros, respectivamente, en topografía llana, situaciones en las que la cubierta vegetal actual es un brezal, existiendo además en Vinuesa repoblación con *P. sylvestris*. Se han analizado tres perfiles de suelos que suponemos representan diferentes etapas del proceso de podsolización, consecuencia de las variaciones existentes en los factores estacionales.

Los datos climáticos obtenidos de las estaciones meteorológicas más próximas, Cuerda del Pozo y Vinuesa, ELÍAS CASTILLO y RUIZ BELTRÁN (1977), Tabla I, indican la existencia de un régimen de humedad mediterráneo húmedo, con precipitaciones de 799 mm y 1.002 mm, respectivamente, con valores de temperaturas medias de 9,7° C y 9,6° C, correspondiendo únicamente al mes de agosto un valor de lh, índice de humedad, inferior a 0,5; el máximo de pluviosidad tiene lugar en invierno y otoño, coincidiendo con la mínima evapotranspiración, por lo que en este período se van a favorecer todos los procesos de emigración de compuestos.

Desde el punto de vista bioclimático estas estaciones corresponden al piso supramediterráneo y ombroclima subhúmedo y húmedo, respectivamente, RIVAS MARTÍNEZ (1983).

En cuanto a la litología, la zona está constituida por areniscas, arenas con cantos cuarcíticos proce-

TABLA I

ESTACION DE CUERDA DEL POZO (altitud 1.150 m)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
cm	2,0	2,6	5,0	7,7	11,6	15,8	20,6	19,2	15,4	10,7	4,6	1,2
P	84	73	77	62	56	70	35	16	53	68	95	90
ETP	5	7	22	40	68	99	131	114	78	48	15	2
Ih	16,80	10,43	3,50	1,55	1,00	1,00	0,72	0,14	0,68	1,42	6,33	45,00

ESTACION DE VINUESA (altitud 1.107 m)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
cm	2,0	2,9	6,0	7,8	11,1	15,2	18,4	18,4	15,1	10,3	5,6	2,6
P	118	103	106	79	85	70	33	30	58	73	116	131
ETP	5	10	28	40	64	95	119	111	75	46	20	7
Ih	23,60	10,30	3,79	1,97	1,33	1,00	0,91	0,27	0,77	1,59	5,80	18,71

TABLA II

Perfil	Situación	Hor.	Prof. (cm)	pH		Arcilla (%)	M.O. (%)	N. (%)	C/N
				H <sub>2</sub> O	CIK				
1	Villaverde	Ah	0-10	7,21	6,88	2,32	7,94	0,26	17
		AB	10-25	5,31	4,89	2,25	4,90	0,33	8
2	Herrerros	Ah	0-6	4,34	3,54	2,45	10,42	0,30	20
		AB	6-50	5,65	4,30	4,39	0,84	0,05	9
3	Vinuesa	Ao	0-5	3,63	3,10	—	27,17	0,86	18
		A1	5-10	4,10	3,44	0,24	2,61	0,156	9
		AB	10-15	4,50	3,97	0,33	1,73	0,129	7
		Bhs	15-40	4,72	4,26	2,42	2,32	0,112	12

TABLA III

Perfil	Hor.	%		‰		%		‰	
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> T	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> L	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Tetrab)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Pirof)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> L	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Tetrab)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Pirof)	
1	Ah	2,19	1,05	0,39	0,56	0,79	0,57	0,99	
	Ab	2,04	1,04	0,52	0,71	0,75	0,64	0,79	
2	Ah	1,61	0,74	0,49	0,53	0,95	0,70	0,77	
	Ab	1,33	0,71	0,47	0,71	0,95	0,97	1,02	
3	Ao	2,39	1,15	0,69	0,90	1,25	0,72	1,11	
	A1	2,58	1,25	1,50	1,68	1,25	1,60	1,87	
	Ab	3,06	1,58	2,25	2,44	2,22	2,48	2,70	
	Bhs	3,49	1,56	2,43	3,14	2,49	2,96	4,02	

dentes de conglomerados, y depósitos aluviales arrastrados por el río Revinuesa, materiales todos ellos muy pobres en arcilla y en minerales de hierro, por consiguiente, de difícil alteración, características que condicionan suelos poco profundos, de textura arenosa, permeables, con acusada acidez, excepto en aquellas situaciones en las que existe aportes de rocas de naturaleza caliza, como en Villaverde de los Montes.

**METODOLOGIA**

Los métodos utilizados para las determinaciones analíticas son los indicados por GUITIÁN OJEA y CARBALLAS (1976). Las formas totales de hierro y libres de hierro y aluminio se han determinado por espectrofotometría de absorción atómica. El hierro y aluminio complejados con la materia orgánica se han extraído con tetraborato sódico, BRUCKERT y SOUCHIER (1975) y con pirofosfato sódico, Soil Taxonomy (1981), determinándose estos elementos por espectrofotometría de absorción atómica.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

Los suelos estudiados son poco profundos y no se aprecia en ellos la morfología típica de podsol con reacción muy ácida excepto en Villaverde, zona en la que tienen lugar aportes externos de material calizo. Presentan horizontes superficiales con elevada proporción de materia orgánica que aumenta mucho cuando existe acumulación de acículas de pino, presente por las repoblaciones llevadas a cabo (Vinuesa). El humus es poco transformado de tipo moder más o menos ácido, con elevadas relaciones C/N, en el que predominan compuestos húmicos poco polimerizados capaces de formar quelatos con los elementos minerales (Fe y Al) que se encuentran solubles a bajos valores de pH (Tabla II).

La naturaleza de la materia orgánica, por una parte, y por otra la textura arenosa, con poca cantidad de elementos finos (Fig. 1), condicionan una falta de estructura en el suelo (por no formarse agregados organominerales o ser muy escasos) que conduce en las épocas del año de mayor pluviosidad a unas condiciones anaerobias por hidromorfia que influyen en la dinámica del hierro, pasando a estado ferroso, lo que hace posible su movilización.

La proporción de hierro total existente en todos los

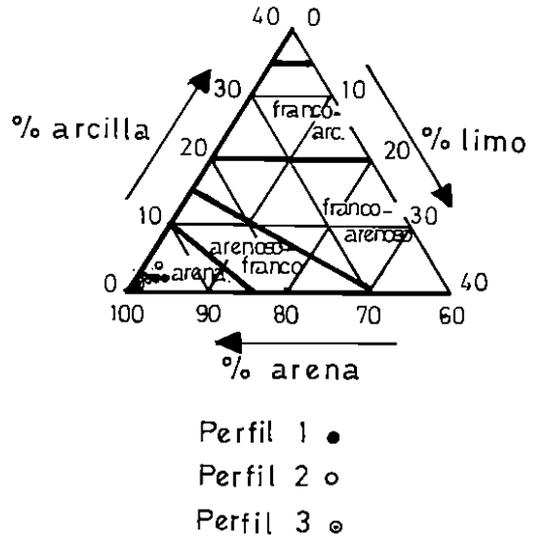


Fig. 1

suelos es muy baja (Tabla III), reflejo de su naturaleza mineralógica (escasez de minerales ferromagnesianos) heredada de la roca madre; algunos autores, SOUCHIER (1971), han establecido correlaciones entre una baja proporción de hierro del material original y el elevado grado de podsolización del suelo.

Quando el proceso de podsolización es incipiente o moderado, no se manifiesta en la morfología de los perfiles, por lo que es preciso para su estudio la utilización de criterios químicos propuestos por diferentes autores; BRUCKERT y SOUCHIER (1975) utilizan tetraborato sódico como reactivo extractante selectivo para el hierro complejoado a la materia orgánica, usando el valor de la relación Fe extraído tetraborato/Fe oxalato-ditionito (Fe libre), para la identificación del horizonte espódico de suelos podsolizados (con valor superior a 0,2). HIGASHI y SHINAGAWA (1981) utilizan el valor de la relación Fe extraído con pirofosfato/Fe libre, para la identificación de dicho horizonte, obteniéndose valores superiores por el mayor poder extractante del pirofosfato. Los anteriores criterios permiten clasificar los suelos de esta zona como integrados entre empardecidos y podsolizados, presentando un carácter podsólico más acusado los suelos desarrollados sobre los depósitos aluviales del río Revinuesa, con mayores valores en las relaciones, Fe tetraborato/Fe libre y Fe pirofosfato/Fe libre (Figs. 2 y 3).

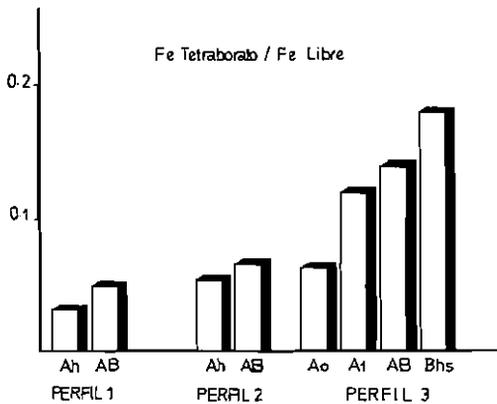


Fig. 2

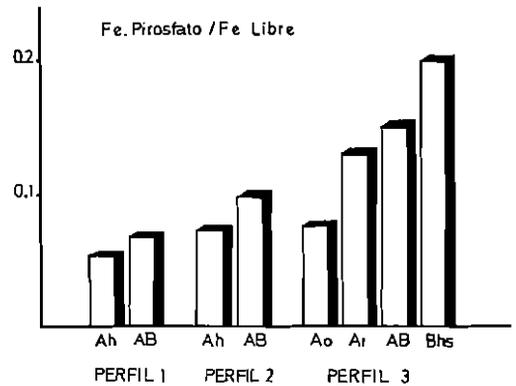


Fig. 3

Durante el proceso de podsolización tiene lugar, igualmente, una movilización de aluminio que se pone de manifiesto en la extracción con los reactivos antes indicados, presentando el perfil 3 mayores proporciones de aluminio extraído (Tabla III).

La influencia de aportes calizos y los rebrotes del robleal primitivo en forma estolonífera, como ocurre en Villaverde y Herreros, son factores que actúan de freno en este proceso degradativo, ya que el resto de las condiciones de la zona favorecen la evolución hacia suelos podsolizados.

Las frecuentes desforestaciones llevadas a cabo en la provincia de Soria han dado lugar a la sustitución del robleal clímax por brezales (*Erica*, *Calluna*) que supondrían el inicio del proceso de podsolización, con formación de suelos poco caracterizados morfológicamente (suelos pardo-ocres), pero si

los demás factores ecológicos son los apropiados, contribuyen a acelerar la secuencia evolutiva originándose suelos cada vez más diferenciados (suelos podsolíticos) como los estudiados en Vinuesa, hasta alcanzar el estadio más avanzado, que sería el de podsol, como se observa al norte de esta zona, próxima al Puerto de Santa Inés, como consecuencia de una constante acción antrópica, a mayor altitud y en condiciones ambientales similares a las descritas.

El hombre, generando modificaciones irreversibles en los equilibrios ecológicos está jugando un papel esencial en los procesos degradativos de los suelos que conducen, a veces, a su pérdida parcial o total (erosión), o a la disminución de su capacidad productiva, hechos muy importantes a tener en cuenta, pues no se debe olvidar que el suelo es un recurso natural renovable sólo a muy largo plazo.

### SUMMARY

In this work we are studied different stages of the podzolization process as consequence of the degradation of natural forestal vegetation. A bibliographical revision of the Spanish soils affected by the precedent process is also included.

### BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, J.; BENAYAS, J., y MACÍAS, F., 1980: «Procesos de edafogénesis. I. Podsolización». *Anal. Edaf. y Agrób.* T. XXXIX. Núms. 11 y 12.

- ALEMANY SIRGO, A., 1985: *Comprobación analítica del proceso de podsolización y formación de horizontes espódicos*. Tesina de Licenciatura. Facultad Farmacia. UCM.
- ALEXANDRE, T.; GUERRA, A., y BENAYAS, J., 1984: «Procesos de podsolización en Cantabria». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XLIII. Núms. 9 y 10.
- BARRERA SERRANO, I., 1981: *Contribución al estudio de complejos organometálicos*. Tesina de Licenciatura. Facultad de Farmacia. UCM.
- BECH, J.; VALLEJO, V.; JORSA, R.; FRANSI, A., y FLECK, L., 1981: «Estudio del carácter podsólico en unos suelos ácidos de la alta montaña andorrana». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XL. Núms. 1 y 2.
- BRUCKERT, S., y SOUCHIER, B., 1975: «Mise au point d'un test de differentiation chimique des horizons cambiques et spodiques». *R. Acad. Sci. París.* T. 280D.
- DUCHAUFOR, Ph., 1984: *Edafología 1. Edafogénesis y Clasificación*. Masson.
- ELÍAS CASTILLO, F., y RUIZ BELTRÁN., 1977: *Agroclimatología de España*. Cuaderno INIA. Núm. 7.
- GALLARDO, J. F., y EGIDO, J. A., 1979: «Suelos del norte de la Sierra de Francia». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XXXVIII. Núms. 1 y 2.
- GARCÍA GONZÁLEZ, GARCÍA VICENTE y RIESCO, 1981: «Mineralogía de la fracción arcilla en suelos de las sierras de Gredos y Gata. IV. Spodosol. Orthod». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XL. Núms. 3 y 4.
- GUITIÁN OJEA, F., y CARBALLAS FERNÁNDEZ, T., 1968: «Suelos de la zona húmeda española. IV. Podsoles». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XXVII.
- GUITIÁN OJEA, F., y CARBALLAS FERNÁNDEZ, T., 1976: *Técnicas de análisis de suelos*. Edic. Pico Sacro. Santiago de Compostela.
- HIGASHI, T., y SHINAGAWA, A., 1981: «Comparison of sodium hydroxide-tetraborate and sodium pyrophosphate as extractants of Al/Fe-humus complexes». *Geoderma*, 25, 3-4.
- HOYOS, A.; HERNANDO, J.; CUCHI, J., y EGIDO, J. A., 1980: «Caracterización de suelos del Sistema Central. III. Umbrepts (con carácter podsólico)». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XXXIX. Núms. 5 y 6.
- HOYOS, A.; FERNÁNDEZ BERMEJO, C., y GONZÁLEZ PARRA, J., 1980: «Alteración de minerales en suelos con distinto grado de desarrollo. Suelos ABC I y II». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XXXIX. Núms. 7 y 8, 9 y 10.
- HOYOS, A.; PALOMAR, M. L.; MORENO, A. M., y FERNÁNDEZ, M. C., 1981: «Influencia de los factores formadores en la génesis de suelos de montaña en la provincia de Teruel». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XL. Núms. 11 y 12.
- HOYOS, A.; G. PARRA, J.; G. HUECAS, C., y LAFUENTE, A., 1982: «Influencia de los factores ecológicos en la génesis y evolución de suelos». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. VI. Núms. 3 y 4.
- INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA VEGETAL, 1983: *XII Reunión Nacional de Suelos*. Santander.
- INIGUEZ *et al.*, 1980: *Mapa de suelos de Alava. Escala 1:200.000*. Excma. Diputación Foral de Alava.
- LÓPEZ TARRUELLA, R., 1981: *Influencia de factores ecológicos en la génesis y evolución de suelos*. Tesina de Licenciatura. Facultad de Farmacia de la UCM.
- MACÍAS VÁZQUEZ, F.; GARCÍA-RODEJAS GAYOSO, E.; GUITIÁN RIVERA, F., y PUGA PEREIRA, M., 1980: «Origen y distribución de la gibsita en Galicia». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XXXIX. Núms. 9 y 10.
- MARTÍNEZ MORA, M. L., 1980: *Influencia de los distintos factores formadores en al génesis de suelos*. Tesina de Licenciatura. Facultad de Farmacia de la UCM.
- MONTURIOL, F.; JIMÉNEZ, R., y ALCALÁ, L., 1979: «Significado de la podsolización en el Páramo de Carrales (Burgos)». *Actas de la IV Reunión del grupo de trabajo del Cuaternario*. Bañolas.
- MUÑOZ TABOADELA, M., 1952: «Composición mineralógica de las arcillas de los podsoles asturianos y su variación a través del perfil». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XI.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., 1983: «Pisos bioclimáticos de España». *Lazaroa*. Vol. 5.

- SÁNCHEZ ROBLES, G., 1981: *Contribución al estudio de los óxidos de hierro en distintos tipos de suelos*. Tesina de Licenciatura. Facultad de Farmacia de la UCM.
- SOUCHIER, B., 1971: *Evolution des sols sur roches cristallines a l'etage montagnard*. These Doc. Etat. Univ. Nancy. I.
- VAL LEGAZ, R., e IÑIGUEZ HERRERO, J., 1981: «Suelos podsólicos y podsoles de la Sierra de Urbasa I. Morfología y datos analíticos». *Anal. Edaf. y Agrob.* T. XL. Núms. 3 y 4.
- VELASCO, F., y POLO, A., 1979: «Caracterización de algunos ecosistemas en trance de degradación irreversible en las Villuercas (Cáceres)». *Anal. Real Acad. Farm.* T. XLV. Núm. 1.