

LA EVOLUCION DE LOS SUELOS EN EL BOSQUE DE POME, ASTURIAS, BAJO LA ACCION HUMANA

R. HOPPE Y B. ZURHEIDE

TRABAJOS DE
GEOLOGIA



Hoppe, R. y Zurheide, B. (1993). – La evolución de los suelos en el Bosque de Pome, Asturias, bajo la acción humana. *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 19, 29-44.

En 1988, los autores realizaron investigaciones sobre la relación entre suelos, así como sobre la estructura y dinámica de la vegetación leñosa del Bosque de Pome, cuyo objeto principal consistió en mostrar la influencia humana en el desarrollo del ecosistema «hayedo».

La combinación de estas investigaciones permitió obtener resultados diferenciados y profundos. Esta publicación presenta preferentemente los trabajos edáficos. La obra completa se encuentra en Hoppe y Zurheide (1990, inéd.).

Como área de estudio se escogió el Bosque de Pome por su heterogeneidad.

La mitad de su superficie está ocupada por un bosque, que pertenece al círculo de evolución natural. A esta mitad corresponde el suelo clímax desarrollado sobre calizas, un Parabraunerde (FAO: Luvisol), con una secuencia de perfil Ah - Al - Bt - Btv - C.

En el otro sector, la tala del bosque y el pastoreo han provocado una intensa aclaración del arbolado. Por la pérdida de los efectos protectores, los suelos llegaron a ser por compresión y retención de agua un Parabraunerde-Pseudogley (FAO: Gleyic Luvisol) con la zonación siguiente: Ah - SwAl - Sd Bt - BtSd - C.

A causa del clima húmedo, el deterioro del suelo se efectuó de forma bastante rápida y fue causado por la disminución del enraizamiento, un menor contenido en sustancias orgánicas, un mayor lavado y fijación de sustancias nutritivas como hierro, manganeso y fosfatos en concreciones abundantes, así como en manchas de óxido.

Palabras clave: desarrollo de suelo, influencia humana, Bosque de Pome, Parque Nacional de la Montaña de Covadonga, Asturias.

In 1988 the authors carried out vegetational and pedological investigations in the «Bosque de Pome», a beech forest situated in the National Park of Covadonga, Asturias. The main object was to represent the modifications in the development and the dynamics of the beech forest ecosystem resulting from human influence.

The combination of these investigations allowed to obtain differentiated and substantial results. This publication concentrates on the pedological aspect of the research (Hoppe & Zurheide 1990 unpubl.).

The Pome Forest was chosen as a study area because of its heterogeneity. Half of its surface is covered by forest, which belongs to the cycle of natural evolution. In this sector the climax soil over limestone is a Parabraunerde (FAO: Luvisol) with the horization: Ah-Al-Bt-Btv-C.

In the other sector wood-cutting and pasture have led to intensive deforestation. The loss of protective factors caused compression and retention of water, and for that reason the soil has changed into Parabraunerde-Pseudogley (FAO: Gleyic Luvisol) with the following zonation: Ah-SwAl-SdBt-BtSd-C.

Because of the humid climate, the deterioration of the soil took place relatively quickly. This has been caused by inferior possibility of rooting, reduced capacity of organic substances, a higher rate of leaching of nutritive substances, as well as their fixation in concretions.

Key words: development of soil, human influence, Bosque de Pome, National Park, Covadonga, Asturias.

Im Jahre 1988 wurden von den Autoren im Nationalpark von Covadonga, Asturien, vegetations- und bodenkundliche Untersuchungen durchgeführt, mit dem Ziel, den Einfluß des Menschen auf die Entwicklungsdynamik des Ökosystems Buchenwald darzustellen.

Die Kombination beider Bereiche erlaubte dabei differenzierte und umfassende Aussagen. In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen vorrangig aufgezeigt. Eine Gesamtdarstellung findet sich in Hoppe/Zurheide (Diplomarbeit, 1990).

Als Untersuchungsgebiet bot sich der Bosque de Pome aufgrund seiner Heterogenität an: er zeigt auf der Hälfte seiner Fläche noch naturnahe Verhältnisse, unter denen sich als Klimaxboden eine Parabraunerde mit den Horizonten Ah-Al-Bt-Btv-C befindet. Im anderen Bereich bewirkte menschlicher Einfluß (Holzeinschlag, Beweidung) eine starke Auflichtung des Bestandes.

Durch die fehlenden Schutzwirkungen des geschlossenen Waldes kam es zur Verdichtung und Vernässung des Bodens, so daß sich ein Parabraunerde-Pseudogley entwickelt hat mit folgender Horizontierung: Ah-SwAl-SdBt-BtSd-C.

Aufgrund des humiden Klimas hat sich diese Standortverschlechterung relativ schnell vollzogen. Sie wird durch verminderte Durchwurzelbarkeit, geringere Nährstoffreserven, erhöhte Auswaschung sowie Festlegung in Konkretionen hervorgerufen.

Schlüsselwörter: Bodenentwicklung, menschlicher Einfluß, Bosque de Pome, Nationalpark von Covadonga, Asturien.

Rainer Hoppe y Burkhard Zurheide, Institut für Geographie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Alemania. Manuscrito recibido el 14 de mayo de 1991; revisado el 20 de septiembre de 1991.

INTRODUCCION

El Bosque de Pome está situado en el Parque Nacional de la Montaña de Covadonga cerca de los lagos Enol y Ercina (ver Fig. 1) y está limitado por las coordenadas siguientes:

43° 15' 37" - 43° 16' 21" de latitud norte
5° 1' 2" - 5° 1' 55" oeste de Greenwich

Con un área de 60 hectáreas, aproximadamente, el bosque se sitúa entre los 700 y 950 m.

de altitud. Se encuentra en el piso montano de los Picos de Europa y está considerado como uno de los últimos refugios del bosque natural en esta región, afectada por el pastoreo tradicional desde siglos.

Se trata de un hayedo tipo ácido desarrollado sobre calizas. La asociación corresponde al *Luzulo henriquesii* - *Fagetum* (Rivas - Martínez et al. 1984).

El bosque primario se halla en su mayoría en distintas fases de degeneración debido a la falta de regeneración causada por la intensidad del pastoreo reciente.

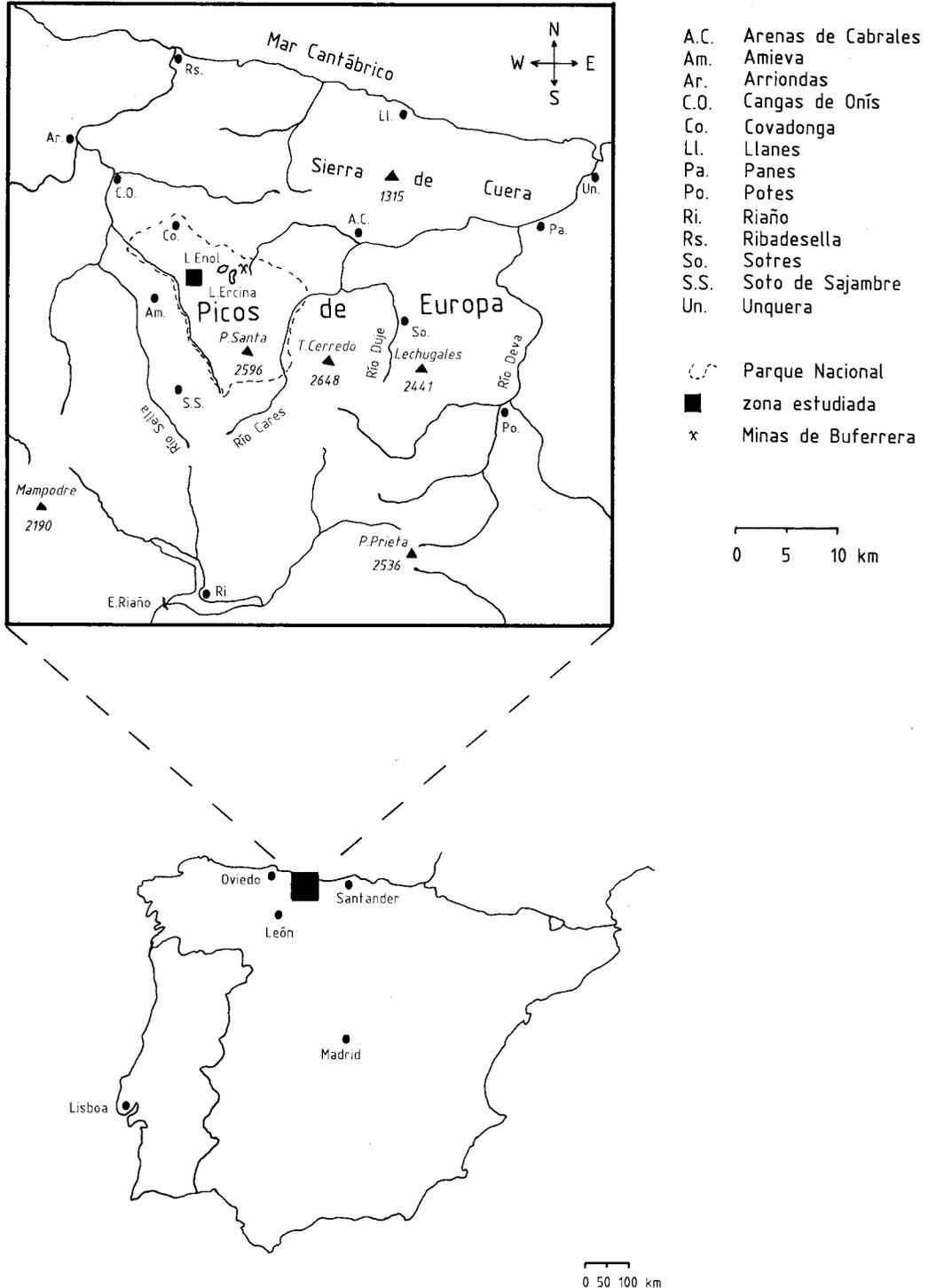


Fig. 1.- Mapa de localización de la zona estudiada.

Además de pastizales desarbolados, ya con elementos de la vegetación brezal (*Ulex gallii*, *Daboecia cantabrica*), se ha desarrollado un bosque secundario, condicionado por el pastoreo, con una extensión pequeña y con una estructura totalmente diferente al hayedo natural.

A partir de los datos climatológicos de Felicísimo (1986) se deduce una cantidad de precipitaciones de unos 2.000 mm/año para la región investigada. Fuera del área de *Daboecia cantabrica*, es sobre todo la presencia intensa de *Ilex aquifolium* lo que indica un carácter de clima «atlántico-moderado» (Reichelt y Wilmanns, 1973).

Según el trabajo del IGME (1984), una falla con orientación WNW-ESE separa las calizas del Namuriense y Westfaliense A (Calizas de Montaña) de las del Westfaliense B, C, y D y Estefaniense (Calizas de Picos).

Sin embargo, se encuentran bastantes fragmentos de rocas silíceas, que forman el esqueleto del suelo (>2mm.) que también son abundantes en la superficie. Se trata de caolinitas, pizarras y cuarcitas del Ordovícico y Devónico que, no obstante, nunca constituyen la roca madre.

De acuerdo con G. Flor (com. pers. 1988, 1989), hay dos consideraciones para la existencia de estas rocas silíceas:

- Afloran coincidiendo con fallas originadas por la intensa actividad tectónica de los Picos de Europa (Julivert, 1978; Marquínez, 1978; Martínez-García, 1978; IGME, 1984). Esto refiere a la falla ya mencionada.

- Proviene de morrenas pleistocenas. Obermaier (1921) fija el nivel más bajo del glaciar de la Redemuña a unos 950 m. El Redemuña cambia su denominación en su curso inferior y limita al Monte de Pome como Río Pomperi en el lado meridional. Según G. Flor (in litt.) existen grandes acumulaciones de origen glaciar encima del Bosque de Pome, en las cercanías del Mirador del Rey.

Sin embargo, la cuestión de la procedencia de los mencionados fragmentos silíceos, la cual no es tema de este trabajo, queda por aclarar.

METODOLOGIA

a. Situación de los suelos investigados

El objetivo perseguido con la instalación de las parcelas de estudio era determinar las modificaciones ocasionadas por la influencia antrópica.

La parcela A se colocó en el parte inferior del bosque primario (sector A en Fig. 2). La parcela B estaba dentro del sector B, que ha sufrido una explotación forestal intensa hasta el año 1918 y desde entonces es frecuentado por el ganado. En consecuencia, se han desarrollado paulatinamente pastizales de diente.

Ambas parcelas tenían características comparables en lo referente a la exposición, la altitud y la inclinación (Tabla I).

Se excavaron 4 perfiles en cada parcela, los perfiles 1-4 corresponden a la parcela A, los perfiles 5-8 a la parcela B (véanse los cuadros en Fig. 2).

Además se completaron los perfiles edáficos con las investigaciones vegetales en las parcelas 1-10 (véanse los rectángulos en Fig. 2).

Debido a la dinámica del desarrollo del bosque se puede deducir la rapidez de los procesos experimentados.

b. Clasificación de los suelos

La terminología usada en este trabajo se basa en el sistema alemán (Mückenhausen, 1977; AG Bodenkunde, 1982). Los suelos correspondientes a los sistemas de FAO-Unesco (1974) y Soil Survey Staff (1975) se citarán en la discusión de los tipos de suelo.

c. Métodos experimentales

Los procedimientos seguidos están descritos en gran parte en Thöle (1982).

Los análisis se efectuaron en la fracción tamizada <2 mm. Los parámetros determinados fueron los siguientes:

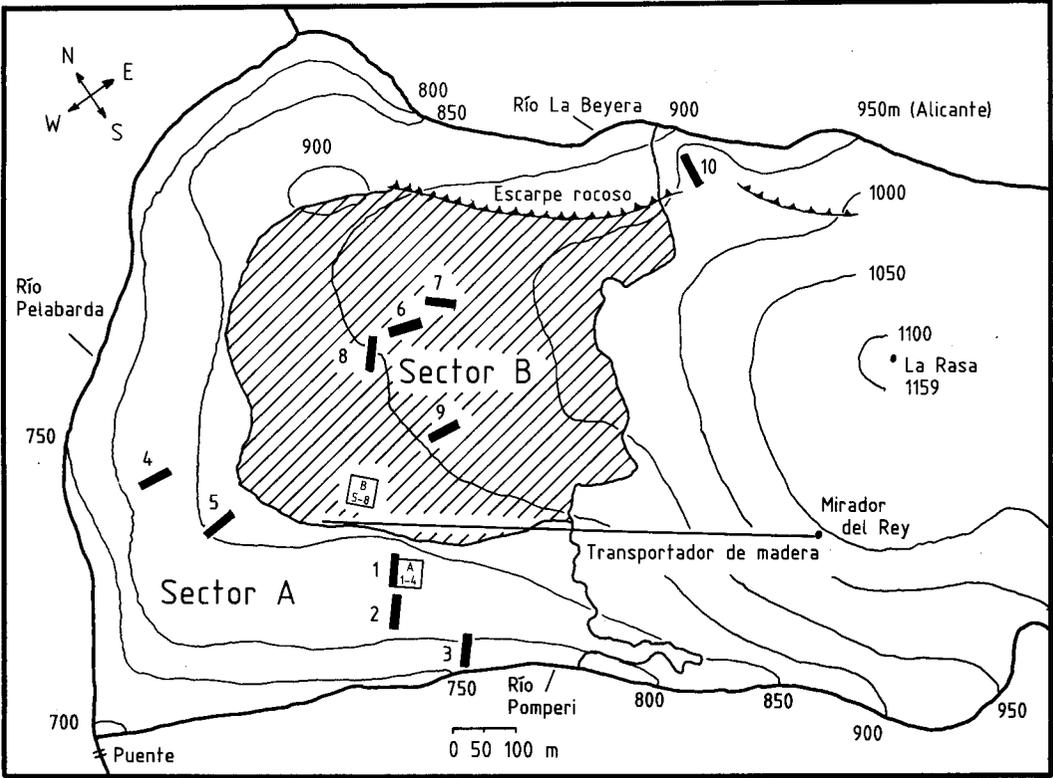


Fig. 2.- Situación de los suelos investigados.

- Análisis mecánico

Se realizó según Köhn (Thöle, 1982).

- Fe_d y Mn_d

Los óxidos se extrajeron con Na-ditionita y se midieron por espectro-fotometría de absorción atómica.

- Ca CO₃.

Se utilizó la apertura de Scheibler (Thöle, 1982).

- pH

Se midió

a) en H₂O

b) en solución de 0,01 n de Ca Cl₂.

- C_T/N_T

Se realizó por medio de un autoanalizador con medidor de la conductividad de calor.

- C_{org}

C_T x 1,724 (Scheffer y Schachtschabel, 1984).

- P₂ O₅

Se aplicó el método de Egner-Riehm (Thöle, 1982).

- K₂ O

Análogamente a P₂ O₅.

- K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺

Se midió en solución de suelo según el método de Ulrich y Khanna (1971) o bien Faßbender y Ahrens (1978).

RESULTADOS Y DISCUSION

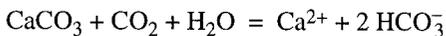
Una descripción de ambos tipos de suelo se ilustra en la Fig. 3.

sector	n ^o	exp ^o	inc ^o	veg	roca madre	altitud (m)
A	1	220	19	Luzulo	Caliza	830
	2	230	20	henriquesii	de	830
	3	225	22	-	Picos	840
	4	225	20	Fagetum		840

B	5	240	16	Merendero	Caliza	860
	6	240	22		de	870
	7	240	21	-	Picos	870
	8	240	24	Cynosuretum		860

Tabla I.- Parámetros característicos de los suelos 1-8.

Los suelos del Bosque de Pome se han desarrollado sobre rocas calcáreas. Están profundamente descalcificados, reflejándose el intenso proceso de descarbonatación bajo el recubrimiento vegetal. Esto está causado por el alto contenido de CO₂ biogénico en el aire del suelo, así como por las precipitaciones frecuentes. El mismo proceso se aclara mediante la fórmula de descarbonatación según Bögli (1978):



Miotke (1968) ha medido 9-16% de CO₂ en el aire del suelo bajo vegetación (compárese 0,02-0,04% en la atmósfera).

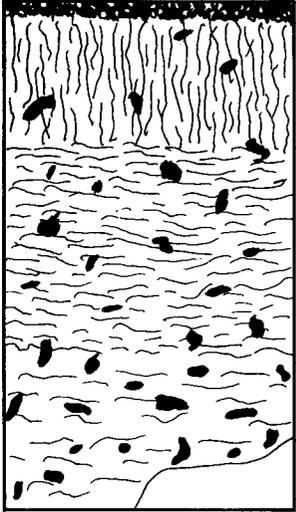
El espesor medio del suelo es de 82 cm. en el sector B y, por lo tanto, es un 37% menor que el del suelo del bosque (1,3 m.). Se supone que los procesos de erosión tuvieron lugar como consecuencia de la aclaración del bosque. La causa de que esto ocurra es la pérdida de los efectos protectores como interceptación, consu-

mo de agua y enraizamiento (Keller, 1968; Kurth, 1968; Turner, 1968).

Las determinaciones del análisis mecánico muestran claramente que ambos suelos han sufrido un arrastre de la fracción arcillosa (ver Tabla II).

El proceso tiene una equivalencia significativa en los 3 horizontes superiores de los sectores A y B. Entre los horizontes Ah y Al el contenido de arcilla baja en un 7% (en el sector B entre Ah y SwAl en un 9,7%), mientras que asciende en el horizonte siguiente (Bt) en un 14,8% hasta el 33,5% (o bien en un 15,2% hasta el 35,2% en el horizonte SdBt del sector B). Al contrario que en el sector A, los suelos del sector B han experimentado una fuerte compresión con un 53,9% de arcilla y un 39,2% de limo en sus horizontes inferiores (BtSd). Según esto, se ha desarrollado en el sector A un Parabraunerde con la zonación: Ah-Al-Bt-Btv-C (FAO: Luvisol; Soil Survey Staff: Alfisol, suborden Udalf).

Luzulo henriquesii-
Fagetum



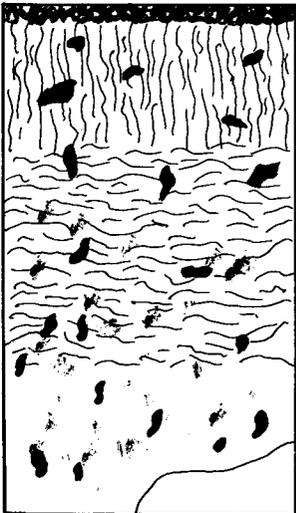
Ah
Al
Bt
Btv
C

estructura	color (Munsell)	profundidad (cm)	concreciones manchas
coherente	10 YR 2/3	2-3	
(poliédrica)	10 YR 5/6 10 YR 5/7	13-29	
poliédrica	5 YR 4/7 5 YR 4/8	32-93	Mn
poliédrica	7,5 YR 4/6 7,5 YR 5/6	33-70	

a

● = esqueleto de suelo
() = menos significativo

Merendero-
Cynosuretum



Ah
SwAl
SdBt
BtSd
C

estructura	color (Munsell)	profundidad (cm)	concreciones manchas
coherente	10 YR 2/3	3-4	
poliédrica	10 YR 5/3 10 YR 5/4	11-30	Fe Mn
poliédrica	7,5 YR 5/6 7,5 YR 5/7 7,5 YR 6/7	11-55	Fe Mn Fe Mn
coherente	5 Y 5/6 5 Y 6/6	28-43	(Fe) (Mn) Fe Mn

b

Fig. 3.- Descripción general de los perfiles en los sectores A (3a) y B (3b).

	% arena 0,063-2,0 mm	% limo 0,002-0,063 mm	% arcilla < 0,002 mm
sector A			
Ah	30,3	44,0	25,7
Al	39,7	41,6	18,7
Bt	28,9	37,6	33,5
Btv	40,2	31,4	28,4

sector B			
Ah	27,0	43,3	29,7
SwAl	28,9	51,1	20,0
SdBt	19,6	43,6	35,2
BtSd	6,9	39,2	53,9

Tabla II.- Análisis mecánico.

El Parabraunerde en el sector B ha pasado, por razones de compresión y retención de agua, a un Parabraunerde - Pseudogley (respectivamente, Pseudogley secundario según Mückenhausen (1977), así como Scheffer y Schachtschabel (1984) con un desarrollo de perfil: Ah-SwAl-SdBt-BtSd-C (FAO: Gleyic Luvisol; Soil Survey Staff: Alfisol, suborden Aqualf).

Como la erosión, ya mencionada anteriormente, la compresión y retención de agua se atribuyen a una entrada de precipitaciones comparativamente mayor en las áreas desarboladas. A las mismas conclusiones llegaban Blume (1968), Mayer (1980), Pott (1985) y Kramer (1988). Hasel (1971) estima la pérdida por interceptación en hayedos con 10-20%; Ellenberg (1986) ha medido 14,3-23,1% en el «Sollingprojekt».

A este respecto hay que recordar la impor-

tancia de las hayas como grandes consumidores de agua.

La rapidez de dicha compresión se expresa en una aclaración, causada por una tempestad hace unos 10 años, situada en el sector A. Allí el ganado no permite el rejuvenecimiento natural. El contenido de la fracción arcillosa ascendió a un nivel más alto en comparación con el horizonte Bt del Parabraunerde analizado (observaciones en campo). Sin embargo, los procesos que dan lugar al Pseudogley todavía no han tenido suficiente tiempo para expresarse significativamente, como es el caso de los suelos del sector B.

El contenido en CaCO_3 , así como el valor de pH indican un comportamiento adecuado al arrastre de arcilla (Fig. 4).

Los horizontes están muy acidificados debido al déficit en carbonatos y a su sistema de tampón. La excepción se presenta en el cuerpo

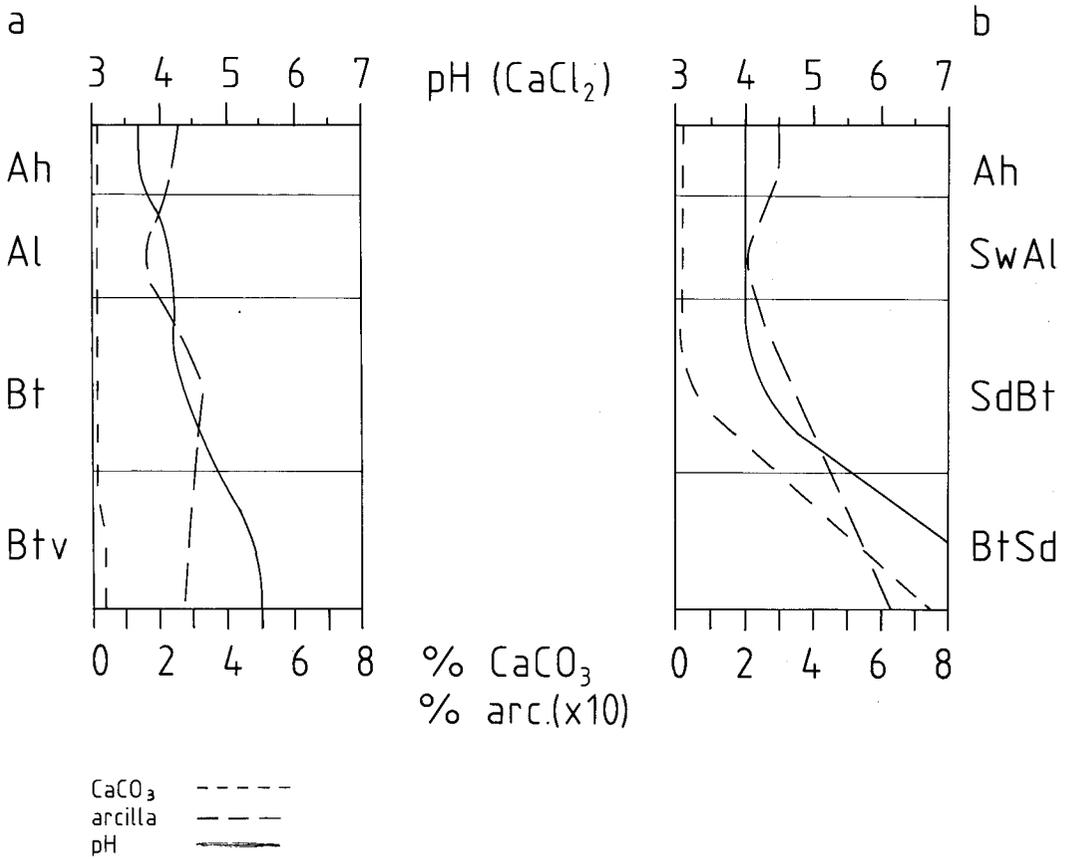
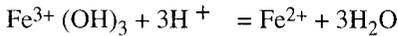


Fig. 4.- Contenidos en CaCO₃, arcillas y valor del pH en los sectores A (4a) y B (4b).

de retención del Parabraunerde-Pseudogley, donde el pH consigue un valor alcalino cuando los carbonatos alcanzan el 7,5%. Este fenómeno lo explica Blume (1968) por el ascenso capilar de carbonatos, que se acumulan en el cuerpo de retención. Esta acumulación está favorecida por la reducción de hierro y manganeso. Debido al consumo de iones H⁺ el valor del pH sube hasta el punto neutro según:



Los valores de Fe_d y Mn_d del Parabraunerde en el sector A muestran claramente el paralelismo del arrastre de arcilla, por un lado, y del arrastre de óxidos de hierro y manganeso, por otro. En la opinión de Mayer et al. (1962/63) no es un proceso de podsolización en forma de

complejos de hierro hidrosolubles; es decisivo un aumento de la actividad de los óxidos causado por la envoltura con sustancias orgánicas. El transporte de los óxidos se efectúa en estado insoluble.

Este paralelismo equivalente es destacado entre otros por Mückenhausen (1977). Palomar et al. (1986) lo demuestran mediante un índice de arrastre Ia, que se calcula por:

$$Ia = x\% Bt / x\% Al$$

con x = Fe_d, Mn_d, arcilla

Los índices de movilidad de los suelos 1-4 están representados en la Tabla III.

Es evidente que por lo que respecta a un solo mineral, la intensidad del arrastre oscila am-

suelo	Fe _d	Mn _d	arcilla	(Fe _d , Mn _d y arcilla)
1	1,35	2,50	1,95	1,93
2	1,45	2,28	2,06	1,93
3	1,96	1,80	1,99	1,92
4	2,36	1,13	1,31	1,60
∅ 1-4	1,78	1,92	1,79	1,85

Tabla III.- Índices del arrastre en los suelos 1-4.

pliamente, mientras que el índice del arrastre de los minerales en conjunto no muestra una gran fluctuación (1,60 - 1,93). El arrastre medio (∅1-4) tampoco muestra una variación grande (1,78 - 1,92).

La cantidad absoluta en óxidos de hierro y manganeso es generalmente más baja en el sector B (véanse Fig. 5 y Fig. 6).

Estas circunstancias se explican por la disminución del potencial redox dependiendo de un medio reductor en el horizonte desoxigenado BtSd. En este medio los iones Fe³⁺ y Mn⁴⁺ se transforman por medio de microorganismos en Fe²⁺ y Mn²⁺, que, así reducidos, se vuelven hidrosolubles y lavables.

Además, la dinámica de un Pseudogley está influenciada por el cambio regular de las condiciones oxidantes o bien reductoras. En un ambiente oxigenado, los óxidos precipitan como Fe³⁺ y Mn⁴⁺, respectivamente, que son formas insolubles. La rapidez de esta dinámica depende de la intensidad de la compresión y se refleja en el tipo de precipitación. Si el oxígeno entra rápido se producen concreciones de óxidos de hierro y manganeso. Horizontes muy densos permiten la entrada al oxígeno sólo lentamente y por eso los óxidos se presentan en forma de manchas.

Suponiendo un pH constante de 7, los potenciales redox, cuando los óxidos de hierro y

manganeso pasan a la forma reducida, son los siguientes (Scheffer y Schachtschabel, 1984):

Mn - reducción: E (v) : 0,35 - 0,45

Fe - reducción: E (v) : 0,15

Estos potenciales distintos son responsables de la movilidad diferente de los óxidos y de la constitución de concreciones en capas.

La mayor movilidad del manganeso para Blume (1968) es la razón por la que un Parabraunerde únicamente puede contener concreciones de manganeso. Por eso la gran cantidad de concreciones de Mn en los suelos del sector A indica períodos temporalmente muy húmedos.

La menor disponibilidad de Fe y Mn en los suelos del sector B se debe a un mayor lavado y a la determinación de los nutrientes.

En ambos suelos está desarrollado un tipo de humus entre mull y moder con una relación C/N igual a 16 (Tabla IV).

Entonces se puede deducir una actividad parecida en lo referente a la mineralización del material orgánico, dado que los valores de pH tampoco varían en los dos sectores.

La diferencia sustancial se expresa en el contenido absoluto en sustancias orgánicas. El Parabraunerde posee un 32% más de reservas

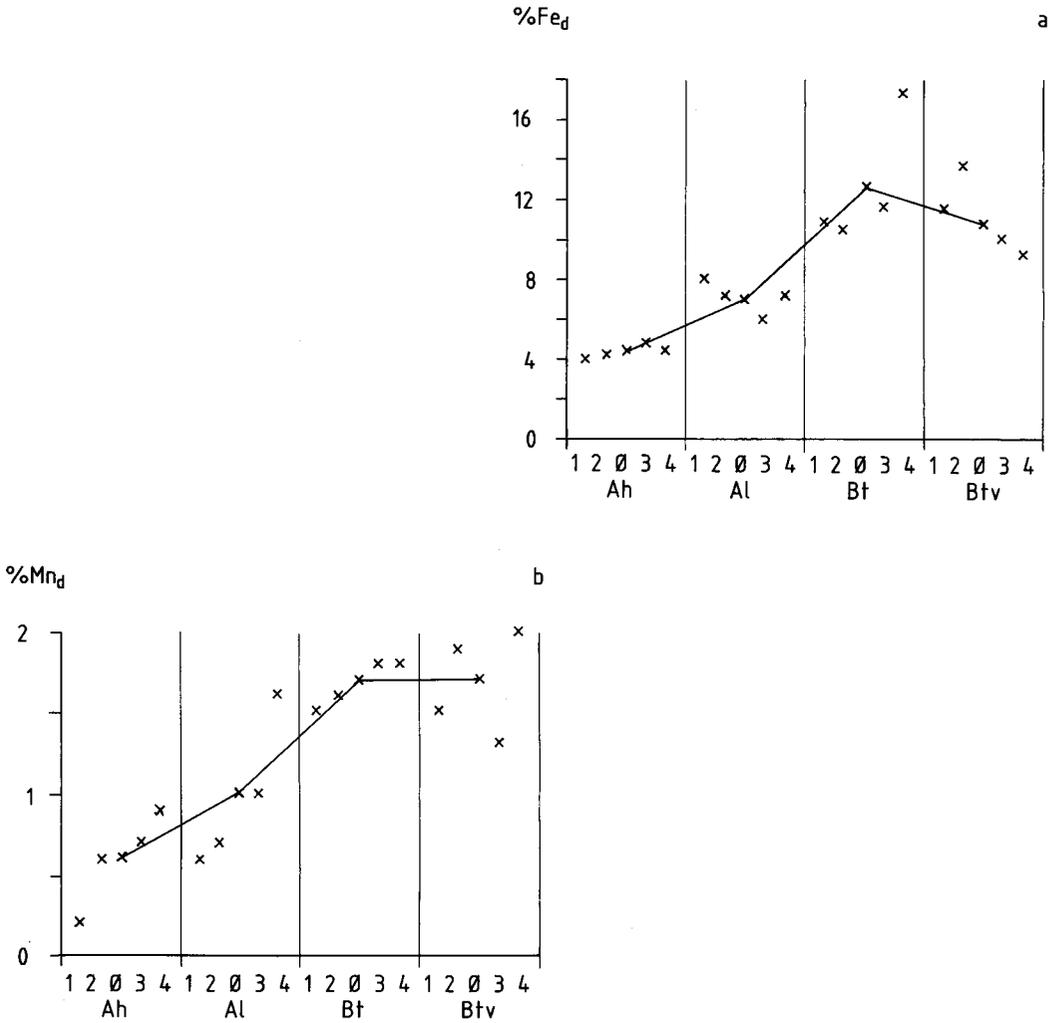


Fig. 5.- Contenidos en Fe_D (5a) y Mn_D (5b) en el sector A (suelos 1-4).

nutritivas y, en consecuencia, presenta los contenidos más altos en nutrientes.

La acidez fuerte muestra efectos negativos sobre la capacidad nutritiva. En un ambiente muy ácido la mayor parte del nitrógeno se ofrece solamente en forma de NH₄-N, causado por la inactividad de las bacterias responsables de la nitrificación (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*).

El abastecimiento con P₂O₅ y K₂O también es bajo en ambos tipos de suelo, aunque el Parabraunerde muestra valores más altos (Tabla

IV). Gran parte de los fosfatos están fijados en las concreciones del suelo hidromorfo en el sector B.

En el sector A las hojas del haya ceden al suelo cationes de K⁺ en cantidades significativas. Ulrich y Mayer (1973) han medido concentraciones de K⁺ en las precipitaciones tras caer sobre un hayedo, que superan 13 veces los valores en precipitaciones fuera del bosque.

Las concentraciones de los nutrientes elementales para la vegetación (Ca²⁺, K⁺, Na⁺, Mg²⁺) en una solución de suelo están de nuevo

	1	2	3	4	5	6	7	8
C / N	18	15,2	16,6	15,3	13,3	15,2	17	17,7
C _{org} %	16,9	13,1	14,3	15,8	6,9	7,6	11,7	9,1
P ₂ O ₅ (mg/100g suelo)	2,2	5,2	2,2	1,6	1,0	1,9	1,0	0,7
K ₂ O (mg/100g suelo)	10,8	13,7	9,7	13,8	3,4	12,3	6,3	7,3

Tabla IV.- Disponibilidad nutritiva en los horizontes Ah en ambos sectores.

en el sector A por encima de las del otro sector (Fig. 7).

La excepción de los iones mencionados es-

tá constituida por el sodio. Así, la alta concentración de este elemento en el Pseudogley refleja la mayor suma anual de precipitaciones

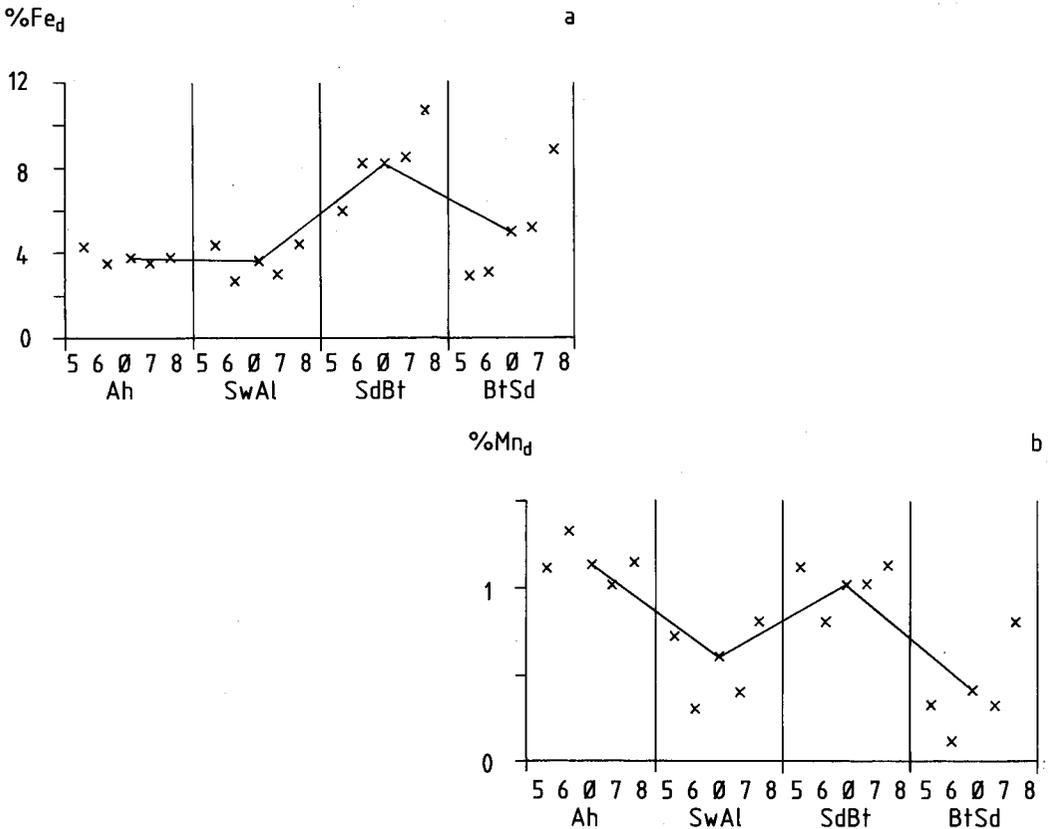


Fig. 6.- Contenidos en Fe_D (6a) y Mn_D (6b) en el sector A (suelos 5-8).

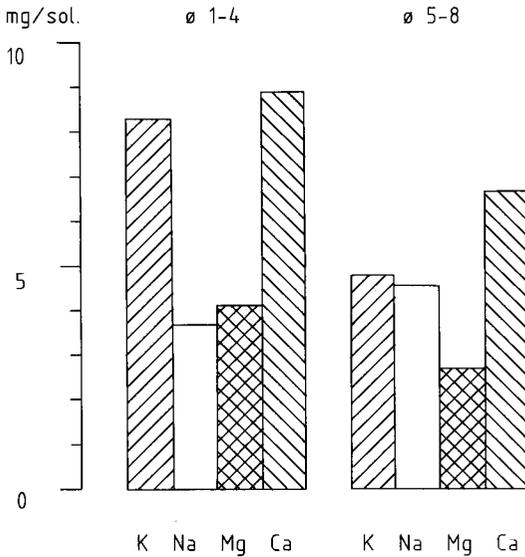


Fig. 7.- Concentraciones de los cationes K^+ , Na^+ , Mg^{2+} y Ca^{2+} en la solución de suelo.

en las áreas desarboladas. El origen de los aerosoles sódicos según Scheffer y Schachtschabel (1984) se reducen en la cercanía al mar.

La absorción de sustancias nutritivas a través de la vegetación depende naturalmente del espesor del suelo enraizable. Esta zona disminuyó en el Pseudogley del sector B por razón del cuerpo de retención como muestra la Fig. 8.

En este cuerpo desoxigenado y desenraizado, los nutrientes son fácilmente lavables. Debido a la menor disponibilidad de sustancias nutritivas y a la inferior profundidad del suelo, el cuerpo de retención ocasiona, por tanto, los efectos negativos mencionados.

Este empobrecimiento significativo no sólo se traduce en los suelos, sino también en la peor vitalidad y menor altura de las hayas en el sector B. Las hayas que crecen sobre el Parabraunerde consiguen alturas medias de unos 25 m., mientras en el sector B, hayas de la misma edad sólo llegan a 17 m. Además, el envejecimiento en el bosque secundario se produce más rápido (los resultados en detalle están representados en Hoppe y Zurheide, 1990).

Las cualidades comunes y diferentes de los suelos de ambos sectores están ilustrados en la Fig. 9.

CONCLUSION

Se ha podido mostrar una degeneración causada por la influencia humana. Esta afectó no sólo a la vegetación, sino también al suelo, que ha sufrido una fuerte compresión. La retención de agua tiene efectos negativos en varios sentidos (enraizamiento, oxígeno, disponibilidad nutritiva).

A pesar de todo se desarrolló mediante el pastoreo un bosque secundario, que no tiene gran extensión y, además, ya no es tan productivo como el bosque natural. En contraposición al cambio irreparable en el suelo, en cuanto al bosque, la regeneración es posible, suponiendo una disminución del pastoreo actual.

Para el futuro del Bosque de Pome cabe esperar un aumento de los elementos brezales, que van a sustituir al arbolado. Por eso, los suelos corren peligro de una podsolización y una intensa erosión. En tal caso, la regeneración del bosque quedaría también impedida y esto significaría su destrucción irreversible.

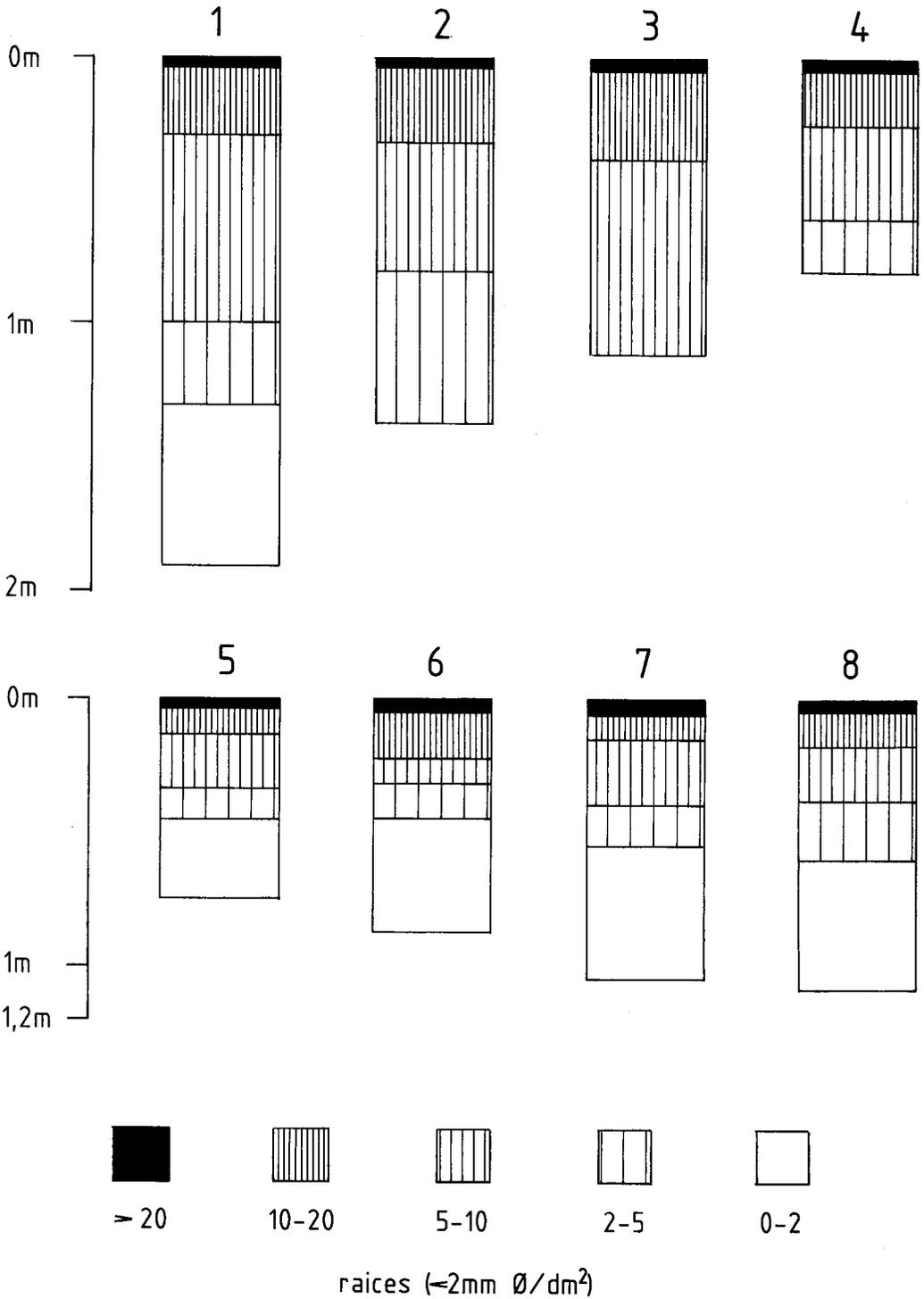


Fig. 8.- Enraizamiento de los suelos 1-8.

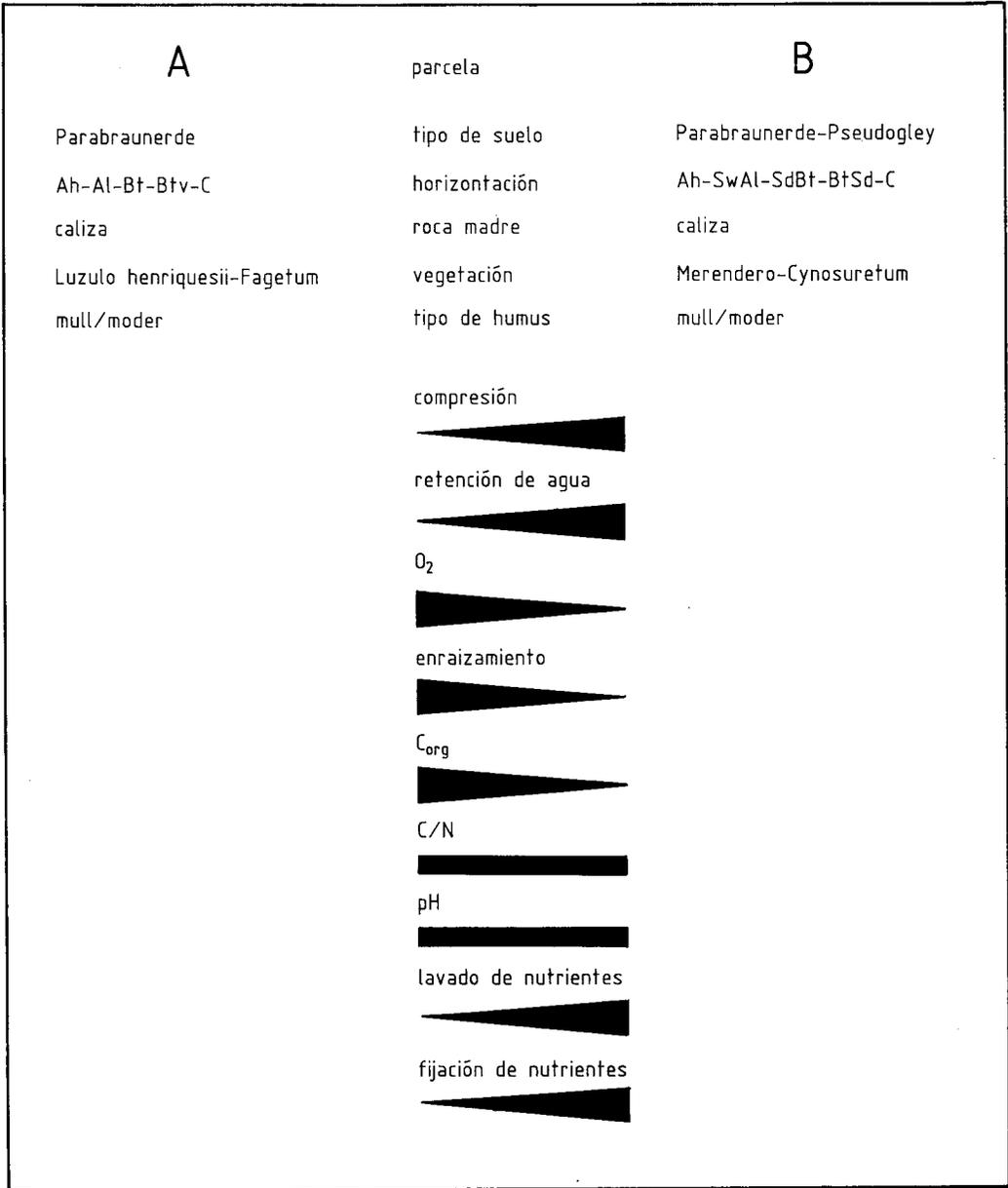


Fig. 9.- La evolución de los suelos en el Bosque de Pome.

BIBLIOGRAFIA

AG Bodenkunde (1982).- *Bodenkundliche Kartieranleitung* (3. Aufl.). Hannover.
 Blume, H. P. (1968).- Zum Mechanismus der Marmorierung und Konkretionsbildung in Stauwasserböden. *Z. Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 119, 124-134.

Bögli, A. (1978). *Karsthydrographie und physikalische Speläologie*. Springer, Berlín.
 Ellenberg, H. (1986).- *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht* (4. Aufl.). Ulmer, Stuttgart, 989 pp.

- FAO-Unesco (1974).— *Soil map of the world*. Legend. París.
- Faßbender, H. W. y Ahrens, E. (1978).— Laborvorschriften und Praktikumsanleitung zur chemischen Untersuchung von Vegetations-, Boden- und Wasserproben am Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen. *Gött. Bodenkdl.* Ber., 47.
- Felicísimo, A. M. (1986).— *Parque Nacional de la Montaña de Covadonga*. Introducción climática.
- Flor, G. (in litt.).— El glaciario del Parque Nacional de la Montaña de Covadonga (Macizo Occidental de los Picos de Europa, Norte de España). ICONA.
- Hasel, K. (1971).— *Waldwirtschaft und Umwelt*. Parey, Hamburg.
- Hoppe, R. y Zurheide, B. (1990).— *Die Entwicklung unterschiedlich genutzter Flächen in einem Buchenwald im Nationalpark von Covadonga (Asturien)*. Diplomarbeit, Münster, 156 pp.
- IGME (1984).— Memoria y Hoja N° 55 (Beleño), del Mapa Geológico Nacional a escala 1/50000, 2ª serie (Magna).
- Julivert, M. (1978).— Hercynian orogeny and carboniferous Paleogeography in Northwestern Spain: A model of sedimentation relationships. *Z. geol. Ges.*, 129, 565-592.
- Keller, H. M. (1968).— Der heutige Stand der Forschung über den Einfluß des Waldes auf den Wasserhaushalt. *Schweiz. Z. Forstw.*, 4, 23-34.
- Kramer, H. (1988).— *Waldwachstumslehre: Ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes, seine Massen- und Wertleistung und die Bestandessicherheit*. Parey, Berlín.
- Kurth, A. (1968).— Zum Problem der Wohlfahrtswirkungen des Waldes. *Schweiz. Z. Forstw.*, 4, 3-10.
- Marquínez, J. L. (1978).— Estudio geológico del sector SE de los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica, NW de España). *Trabajos de Geología*, 10, 295 - 308.
- Martínez-García, E. (1978).— El Cámbrico de los Picos de Europa. *Trabajos de Geología*, 10, 341 - 349.
- Mayer, H. (1980).— *Waldbau* (2. Aufl.). Fischer, Stuttgart.
- Meyer, B.; Kalk, E. y Fölster, H. (1962/63).— Parbraunerden aus primär carbonathaltigem Würm-Löß in Niedersachsen. II. Profilbilanz der zweiten Folge boden genetischer Teilprozesse: Tonbildung, Tonverlagerung, Gefügeverdichtung, Tonumwandlung. *Z. Pflanzen- ernährung und Bodenkunde*, 100, 1-12.
- Miotke, F. D. (1968).— Karstmorphologische Studien in der glazial überformten Höhenstufe der Picos de Europa, Nordspanien. *Geogr. Ges. Hannover*, Sonderheft 4, 161 pp.
- Mückenhausen, E. (1977).— Entstehung, Eigenschaften, Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland (2. Aufl.). *Dt. Landw. Ges.*, Frankfurt a.M.
- Obermaier, H. (1921).— Die eiszeitliche Vergletscherung Spaniens. *Peterm. Mitt.*, 158-162.
- Palomar, M. C.; Villamil, G.; Costa, H. y Garavaca, M. T. (1986).— Contribución al estudio de suelos de alta montaña (Picos de Europa). I. Morfología. Datos analíticos y clasificación. *Anal. Edaf. y Agrob.*, 1,2, 119-138, Madrid.
- Pott, R. (1985).— Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. *Abh. Westf. Mus. Naturk.* 47, 4, 1-75.
- Reichert, G. y Wilms, O. (1973).— *Vegetationsgeographie*. Westermann, Braunschweig, 210 pp.
- Rivas-Martínez, S.; Díaz, T. E.; Prieto, J.; Loidi, J. y Penas, A. (1984).— *La vegetación de la alta montaña cantábrica*. Los Picos de Europa. León, 295 pp.
- Scheffer, F. y Schachtschabel, P. (1984).— *Lehrbuch der Bodenkunde* (11. Aufl.). Enke, Stuttgart, 442 pp.
- Soil Survey Staff (1975).— *Soil Taxonomy*. Agricultural Handbook 436. Washington.
- Thöle, R. (1982).— *Leitfaden zum Bodenkundlichen Laborpraktikum*. Lehrstuhl Landschaftsökologie, Institut für Geographie, Münster.
- Turner, H. (1968).— Der heutige Stand der Forschung über den Einfluß des Waldes auf das Klima. *Schweiz. Z. Forstwesen*, 4, 39-54.
- Ulrich, B. y Khanna, P. K. (1971).— Methodische Untersuchungen über Kationengehalt der Bodenlösung und Schofield'sche Potentiale. *Gött. Bodenkdl.* Ber., 19, 121-148.
- Ulrich, B. y Mayer, R. (1973).— Systemanalyse des Bioelement-Haushaltes von Waldökosystemen. In: H. Ellenberg (Ed.), *Ökosystemforschung*. Springer, Berlín.