

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALGUNOS PARAMETROS EDAFICOS EN LAS ETAPAS SUBSERIALES DE LA VEGETACION DE LA SIERRA DE SAN VICENTE (TOLEDO)

F. VELASCO DE PEDRO¹

RESUMEN

La considerable extensión que ocupan en España las poblaciones de *Pteridium aquilinum* (L.), formaciones subseriales sustitutivas de la vegetación forestal clímax en una fase anterior a los matorrales en avanzada regresión (jarales, cantuesares), motivó la investigación acerca del impacto del cambio de vegetación sobre diversos parámetros edáficos como punto de partida para conocer las posibilidades de regeneración.

Se eligieron a este fin cuatro suelos (Cambisol, FAO) muy próximos, desarrollados sobre granito, representativos del bosque climático de *Castanea sativa* Mill. y de las series regresivas que se suceden por degradación.

Se comprobó cómo en las etapas de sustitución del castañar, el helechal, que induce una ligera acidificación y disminución del grado de humificación y saturación en bases del suelo, no provoca cambios desfavorables en los procesos de humificación que esencialmente por vía indirecta, por neoformación biofísicoquímica, desembocan en la formación de mull ácido, con elevada actividad biológica global, pero con menor proporción de huminas de insolubilización.

Si bien las condiciones ecológicas no son muy favorables para promover una elevada polimerización de los ácidos húmicos, los electroforegramas y las curvas de filtración a través de Sephadex G-50 y G-100 demuestran una similitud del grado de polimerización y del tamaño molecular de las fracciones de los ácidos húmicos extraídos de los suelos.

Los espectros visibles de los ácidos húmicos demuestran un grado de condensación entre los constituyentes aromáticos del polímero muy próximo, no afectando, por tanto, la sustitución de la vegetación a la estabilidad estructural del suelo.

El efecto inducido por los matorrales en avanzada regresión implica, en cambio, un empeoramiento de la actividad biológica global con modificación sustancial de los procesos de humificación que desembocan en la formación de moder en el suelo bajo *Lavandula pedunculata* Cav. y mor en el suelo bajo *Cistus ladanifer* L., disminución considerable del grado de polimerización de los ácidos húmicos y elevación de la relación entre las extinciones ópticas a 465 y 665 nm, que denota un menor grado de transformación o maduración de los ácidos húmicos, con aumento de las cadenas laterales alifáticas que confieren cualidades poco favorables como agentes formadores de una buena estructura.

INTRODUCCION

La considerable extensión que ocupan los matorrales (20,5% del solar hispano, según el Ministerio de Agricultura, 1966), que han sustituido frecuentemente a las formaciones arbóreas preexistentes, planteó la exigencia de intentar el cambio en la tendencia evolutiva de las series de regresión, promoviéndose desde hace varios decenios actuaciones

forestales encaminadas esencialmente a la intercalación previa de repoblaciones de coníferas (casi siempre diversas especies de pino, económicamente más rentables que las cupulíferas autóctonas), en base a la hipótesis, mantenida por ORTUÑO y CEBALLOS (1977), que considera un paso ascendente en las etapas progresivas hacia la clímax, la denominada «etapa de los pinares», sobre la serie correspondiente a los matorrales en avanzada regresión.

A pesar de las extensas repoblaciones forestales mo-

¹ Instituto de Edafología y Biología Vegetal, CSIC. Serrano, 115, dpcdo. 28006 Madrid.

noespecíficas del *G. Pinus* realizadas en los últimos lustros, parcialmente destruidas por los frecuentes incendios estivales, todavía constituyen las formaciones arbustivas el paisaje dominante en extensas áreas, consideradas como escasamente productivas, de ahí que, a fin de contribuir al conocimiento del nivel de degradación edáfica inducido a lo largo de la sucesión de las etapas subseriales de la vegetación, se iniciaran en 1980 algunas investigaciones encaminadas a la caracterización de la materia orgánica y al estudio de la dinámica de diversos cationes biógenos en varias formaciones arbustivas (VELASCO y DEL RÍO, 1980; VELASCO y MINGO, 1981; VELASCO y POLO, 1981; POLO y VELASCO, 1981; VELASCO y LAZ, 1983; VELASCO y SARDINERO, 1985), brezales, tojares, jarales, etcétera, del Norte y Centro de España, comprobándose un empeoramiento de las características del humus respecto a los bosques autóctonos colindantes, que implica una disminución de la actividad biológica, del grado de polimerización y del tamaño molecular de los ácidos húmicos, con repercusión negativa sobre la estabilidad estructural de los suelos, así como una acidificación y disminución del grado de saturación en bases y un cambio en los procesos de humificación que desemboca en la formación de *moder* (a veces *mor*) en lugar de *mull*.

El objetivo de este trabajo se polariza en el estudio comparativo de algunos parámetros informativos del estado del complejo adsorbente y de la evolución de la materia orgánica del suelo a partir de la etapa relictual del bosque de *Castanea sativa* Mill., que desemboca, a lo largo de sucesivas fases degradativas, en formaciones arbustivas (jarales, cantuesares) consideradas como series regresivas avanzadas, cuando se intercala en una primera fase sustitutiva del castañar, el helechal constituido por poblaciones de *Pteridium aquilinum* L., especie indicativa de suelos profundos susceptibles de cultivo (RIVAS GODAY *et al.*, 1947) y cuyos rizomas sobreviven al incendio (BRAUN-BLANQUET, 1979).

MATERIAL Y METODOS

Material: descripción de las muestras

PERFIL 1: suelo pardo ácido (Cambisol, FAO).

Situación: El Real de San Vicente (Toledo). Carre-

tera de San Vicente a Sotillo de la Adrada, próximo a la cima del Puerto.

Topografía: altitud, 880 msnm; inclinación, 10%; orientación, 0.

Vegetación: bosque de *Castanea sativa* Mill.

Formación geológica: granito.

Perfil-morfología:

A₀₀: 0-4,0 cm.

A₀: 4,0-8,0 cm.

A_{1,1}: 8,0-18,0 cm. 10 YR 3/4 (húmedo), 10 YR 4/3 (seco), franco arenoso, estructura migajosa, friable, no adherente, muchos poros, raíces medianas y finas, límite gradual plano.

A_{1,2}: 18,0-38,0 cm. 10 YR 3/3 (húmedo), 10 YR 5/3 (seco), ídem.

(B): 38,0-70,0 cm. 10 YR 3/2 (húmedo), 10 YR 4/4 (seco), franco arenoso, estructura migajosa débil, friable, raíces medianas y finas, límite gradual plano.

C: +70,0 cm.

PERFIL 2: ídem.

Situación: a 30 m del perfil 1.

Topografía y material originario: ídem al perfil 1.

Vegetación: matorral de *Pteridium aquilinum* (L.).

Perfil-morfología:

A₀: 0-4,0 cm.

A_{1,1}: 4,0-14,0 cm. 10 YR 3/3 (húmedo), 10 YR 4/3 (seco), franco arenoso, estructura subangular, friable, límite gradual plano.

A_{1,2}: 14,0-38,0 cm. 10 YR 4/4 (húmedo), 10 YR 5/3 (seco), ídem.

(B): 38,0-68,0 cm. 10 YR 4/3 (húmedo), 10 YR 5/3 (seco), franco arenoso, estructura subangular, friable, límite ondulado.

C: +68,0 cm.

PERFIL 3: ídem.

Situación: a 20 m del perfil 2.

Topografía y material originario: ídem a los perfiles 1 y 2.

Vegetación: matorral de *Cistus ladanifer* L.

Perfil-morfología:

A₀ + A₁: 0-2,5 cm. 10 YR 3/2 (húmedo), 10 YR 4/2 (seco), franco arenoso, estructura subangular, muchos poros, raíces medianas y finas, límite neto plano.

(B): 2,5-15,0 cm. 10 YR 5/4 (húmedo), 10 YR 6/3 (seco), franco arenoso, estructura angular, raíces medianas y finas, límite neto ondulado.

C: +15,0 cm.

PERFIL 4: ídem.

Situación: a 8 m del perfil 3.

Topografía y material originario: ídem a los perfiles 1, 2, 3.

Vegetación: matorral de *Lavandula pedunculata* Cav.

Por la similitud con el perfil 3 sólo se recolectó material del horizonte A₀ + A₁: 10 YR 3/3 (húmedo), 10 YR 5/3 (seco).

MÉTODOS

Los datos de la capacidad y cationes de cambio se obtuvieron aplicando el método de MEHLICH (1948).

En la determinación del Carbono orgánico, Nitrógeno total y pH se siguieron los criterios de la Comisión de Métodos Analíticos del Instituto de Edafología y Biología Vegetal (1973).

El fraccionamiento de la materia orgánica del suelo requirió previamente la extracción de las sustancias húmicas, la separación densimétrica (MONNIER *et al.*, 1962) de la materia orgánica libre constituida esencialmente por restos vegetales en vías de humificación y de las partículas lignificadas fuertemente ligadas a los agregados del suelo, pero susceptibles a la acción del ultrasonido (CHOULIARAS *et al.*, 1975). Los ácidos fúlvicos y húmicos, extraíbles con pirofosfato e hidróxido sódico 0,1 M (DABIN, 1971), fueron separados mediante precipitación con ClH; posteriormente, la fracción húmica, irreversiblemente ligada a la fracción mine-

ral (*humina de insolubilización extraíble*, DUCHAUFOUR y JACQUIN, 1975), se separó previa desmineralización parcial del residuo de extracción (MERLET, 1971).

En el desarrollo de los electroforegramas de los ácidos húmicos se utilizaron tiras de papel WHATMAN núm. 1 de 32 × 4 cm a 220 voltios durante dos horas en cubeta DESAGA con tampón bórax. El trazado y cuantificación del área de las curvas correspondientes a los electroforegramas se verificó con un densitómetro GELMAN DCD-16 provisto de computador.

La filtración a través del gel se llevó a cabo con Sephadex (G-50, G-100) en columnas PHARMACIA K 25/45, utilizando como eluyente agua destilada con flujo de 1,5 ml por minuto. Se midió el porcentaje de transmitancia (T) a una longitud de onda (λ) de 450 nm en un espectrofotómetro ZEISS PMQ II con cubeta de flujo continuo y registrador KIPP-ZONEN BD-8 incorporado.

En la caracterización de los ácidos húmicos mediante espectroscopia visible se siguió el método de KONONOVA y BEL'CHIKOVA (1960), disolviendo los ácidos húmicos en bicarbonato sódico 0,2 M y ajustando la concentración en Carbono a 0,136 mg C/ml de humato.

El análisis granulométrico se realizó de acuerdo con KILMER y ALEXANDER (1949), expresando la clase textural según la terminología de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos recomendada por FAO (1977).

RESULTADOS Y DISCUSION

La observación de los resultados analíticos expuestos en la Tabla I permite comprobar, dentro del ciclo biogeoquímico de los elementos minerales, el efecto inducido por la vegetación que se traduce en la acumulación de cationes alcalinotérreos (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) en los horizontes superficiales de los suelos.

El enriquecimiento en Ca⁺⁺ de cambio es menor en el helechal no sólo respecto al suelo climático bajo *Castanea sativa*, sino también respecto al suelo bajo matorral (*Cistus ladanifer*) en avanzada regresión, fenómeno ya observado con anterioridad (VELASCO y DEL RÍO, 1980) cuando se compara el complejo de cambio en bosques autóctonos no só-

TABLA I

Perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Vegetación	pH		Complejo de cambio (meq/100 g de suelo)									
				H ₂ O	CIK	H ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V	S/% C	
1	A ₁₁	8-18	<i>Castanea sativa</i>	6,1	5,2	14,30	6,00	1,97	0,26	0,35	8,58	37,50	38	2,65	
1	A ₁₂	18-38	<i>Castanea sativa</i>	5,5	4,3	17,48	2,00	0,82	0,50	0,35	3,67	17,35	17		
1	(B)	38-70	<i>Castanea sativa</i>	5,2	4,0	24,63	2,00	1,32	0,50	0,35	4,17	14,48	14		
2	A ₁₁	4-14	<i>Pteridium aquilinum</i>	5,7	4,8	16,68	2,00	1,97	0,50	0,35	4,82	21,50	22	2,17	
2	A ₁₂	14-38	<i>Pteridium aquilinum</i>	5,7	4,7	20,81	4,00	1,32	1,00	0,52	6,81	27,65	25		
2	(B)	38-68	<i>Pteridium aquilinum</i>	5,7	4,7	7,43	2,00	1,64	—	0,17	3,81	11,24	34		
3	A ₀ +A ₁	0-2,5	<i>Cistus ladanifer</i>	5,4	4,7	30,98	10,00	4,93	0,50	0,17	15,60	46,58	34	1,15	
3	(B)	2,5-15,0	<i>Cistus ladanifer</i>	5,2	4,0	16,68	2,00	1,48	0,26	0,35	4,09	20,77	20		
4	A ₀ +A ₁	0-2,5	<i>Lavandula pedunculata</i>	6,0	5,2	15,09	4,00	2,30	0,50	0,70	7,50	22,59	33	1,85	

lo con jarales colindantes, sino también con formaciones secundarias de otras especies rústicas y ultramovilizadoras de bases.

La suma de bases de cambio (S) es también más elevada en superficie que en profundidad, pero así como en el bosque de *Castanea sativa* y en el matorral subserial de *Cistus ladanifer* se advierte, en función de las cifras correspondientes al grado de saturación una tendencia hacia la mesotrofia de los horizontes superficiales del suelo, inducida por la vegetación, en el helechal se invierte esta tendencia, disminuyendo el grado de saturación en el horizonte A.

Hay que tener en cuenta que los valores de la suma de bases (S) no son indicativos de la mayor capacidad movilizadora de una vegetación, por cuanto los resultados analíticos se expresan en meq/100 g de suelo y el contenido en materia orgánica varía considerablemente en los perfiles edáficos.

Los datos del análisis granulométrico (Tabla II) reflejan la misma clase textural y una proporción de arcilla similar en los cuatro perfiles de suelo, de ahí que sea más representativo el parámetro S/%C, indicativo de una mayor capacidad de retención de bases en el sentido:

Humus del bosque de *C. sativa* > humus del helechal (*P. aquilinum*) > humus del matorral de *Lavandula pedunculata* > humus del jaral (*C. ladanifer*).

El efecto inducido por la vegetación sobre el pH del suelo se traduce en una disminución de la acidez en los horizontes superficiales respecto al horizonte subsuperficial, mostrándose más eficaces en este sentido el bosque clímax de *Castanea sativa* y el matorral subserial de *Cistus ladanifer* (que posibilitan el cambio de las características fuertemente ácidas —de acuerdo con las cifras de pH medido en CIK N/10— del horizonte (B) a ácidas del horizonte superficial A₁₁ del suelo bajo *Castanea sativa* y del horizonte A₀+A₁ del suelo bajo *Cistus ladanifer*) que el helechal.

De acuerdo con los datos analíticos obtenidos en el fraccionamiento de la materia orgánica (Tabla III) (Fig. 1), se comprueba una disminución del grado de humificación en el sentido:

Materia orgánica del suelo bajo *C. sativa* > MO del

TABLA II
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% DE LAS DIVERSAS FRACCIONES)

Perfil	Horizonte	2-0,05 mm	0,05-0,002 mm	<0,002 mm	Clase textural
1	A ₁₁	64,03	27,67	8,30	Franco-arenoso
2	A ₁₁	59,08	31,77	9,15	Franco-arenoso
3	A ₀ + A ₁	61,69	29,08	9,23	Franco-arenoso
4	A ₀ + A ₁	61,10	29,80	9,10	Franco-arenoso

suelo bajo *P. aquilinum* > MO del suelo bajo *L. pedunculata* > MO del suelo bajo *C. ladanifer*.

Los procesos de humificación se han desarrollado preponderadamente por vía indirecta, por neoformación biofísicoquímica a partir de los precursores solubles, desembocando en la formación de humus *mull ácido* en el castaño y en el helechal, humus *moder* en el cantuesar y *mor* en el jaral. La actividad biológica global es menor en el mull del bosque clímax que en el mull de la fase regresiva invadida por *P. aquilinum*.

Se advierten también otras diferencias entre el mull del helechal y el mull del castaño que afectan no sólo a la mayor proporción de materia orgánica en vías de humificación del mull del helechal, sino también a la disminución de las fracciones de humina de insolubilización que constituyen los últimos estadios del proceso evolutivo de transformación de los restos orgánicos frescos por vía indirecta, siendo muy marcado el contraste entre la proporción de humina ligada al hierro y la arcilla (H₁)

en ambos perfiles. Así como predominan en el suelo bajo *C. sativa* las huminas de insolubilización sobre las fracciones húmicas extraíbles por los reactivos alcalinos (ácidos fúlvicos y ácidos húmicos), se invierte esta relación en el humus del helechal. La relación AF/AH es igual en ambos suelos.

Los electroforegramas (Fig. 3) no muestran una disminución del grado de polimerización de los ácidos húmicos extraídos del helechal, sino un ligero aumento. No obstante, predominan los ácidos húmicos móviles (ácidos húmicos poco polimerizados) sobre los ácidos húmicos más polimerizados, tanto en el castaño como en el helechal. A fin de comprobar y corroborar este resultado mediante otras técnicas, se realizó una separación por tamaños moleculares de las fracciones de los ácidos húmicos extraídos de ambos suelos mediante cromatografía de filtración sobre gel, comprobando, en función de la fracción excluida por G-50, un porcentaje algo mayor de moléculas con tamaño >10.000 y de moléculas retenidas por el dextrano a bajo K_{av} en el ácido húmico extraído del castaño y, en cam-

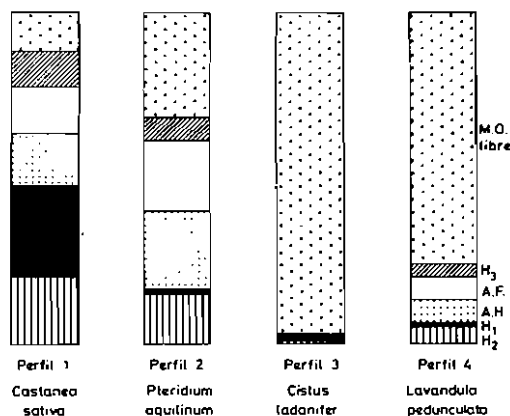


Fig. 1. Porcentaje de Carbono de las distintas fracciones respecto al Carbono orgánico de los suelos (C_o = 100%).

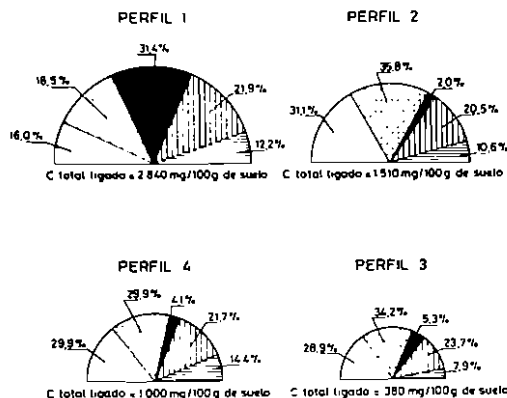


Fig. 2. Fraccionamiento de los compuestos húmicos. Porcentaje de las distintas fracciones respecto al Carbono de la fracción ligada.

TABLA III

Perfil	Horizonte	% C	% N	C/N	Materia orgánica libre	Humina heredada H _i	Acidos fúlvicos AF	Extracto húmico total	Acidos húmicos AH	Humina extraíble H _i	Humina no extraíble H _i	Humina total H _i
1	A ₁₁	3,24	0,198	16,36	1 0,37	0,35	0,46	0,99	0,53	0,90	0,63	1,88
					2 11,42	10,80	14,19	30,56	16,35	27,78	19,44	58,02
					3	12,20	16,03		18,47	31,35	21,95	
2	A ₁₁	2,22	0,174	12,76	1 0,71	0,16	0,47	1,01	0,54	0,03	0,31	0,50
					2 31,94	7,21	21,17	45,50	24,32	1,35	13,96	22,52
					3	10,60	31,13		35,75	1,99	20,53	
3	A ₀ + A ₁	13,53	0,440	30,75	1 13,15	0,03	0,11	0,24	0,13	0,02	0,09	0,14
					2 97,19	0,22	0,81	1,77	0,96	0,15	0,67	1,03
					3	7,89	28,95		34,22	5,26	23,68	
4	A ₀ + A ₁	4,06	0,202	20,10	1 3,06	0,14	0,29	0,58	0,29	0,04	0,21	0,39
					2 75,37	3,45	7,14	14,29	7,14	0,99	5,17	9,61
					3	14,43	29,90		29,90	4,12	21,65	

1) * de carbono orgánico respecto al peso de muestra.

2) * de carbono orgánico respecto al carbono total.

3) * de carbono orgánico respecto al carbono de la fracción ligada.

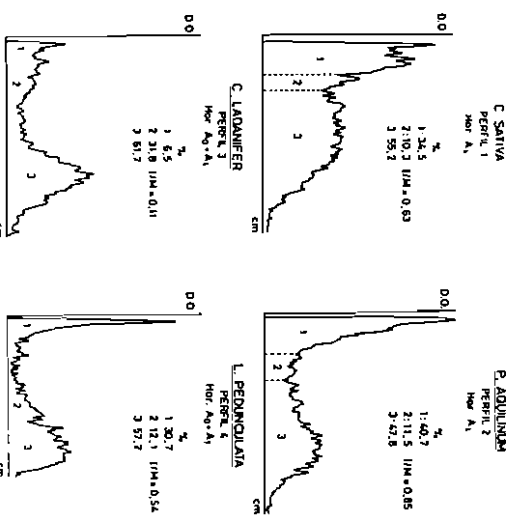


Fig. 3. Curvas densitométricas de los electroforogramas de los ácidos húmicos. Porcentajes de las diferentes fracciones.

bio, un porcentaje algo menor de moléculas de tamaño >100,000 (fracción excluida por G-100) y de moléculas retenidas por el Sephadex a bajo K_{av},¹ que en el ácido húmico extraído del suelo bajo *P. adquinum* (Fig. 4).

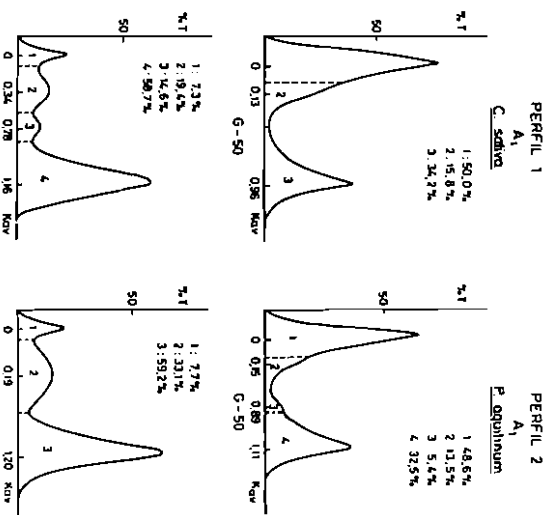


Fig. 4. Curvas de filtración a través de Sephadex G-50 y G-100 de los ácidos húmicos (porcentajes de las diferentes fracciones).

Los electroforegramas de los ácidos húmicos extraídos del cantuesar (Fig. 3) demuestran la disminución del porcentaje de los ácidos húmicos poco móviles (muy polimerizados) (razón I/M=0,54), muy acentuada en el electroforegrama correspondiente a los ácidos húmicos extraídos del suelo colonizado por *C. ladanifer* (razón I/M=0,11) respecto a los ácidos húmicos extraídos del suelo clímax bajo *C. sativa*.

Las condiciones ecológicas no son muy favorables para la consecución de una elevada polimerización de los ácidos húmicos; no obstante, se puede establecer la siguiente serie gradativa en función del porcentaje en ácidos húmicos muy polimerizados:

Acidos húmicos extraídos del helechal >AH del bosque climático de *C. sativa* >AH extraídos del cantuesar >AH del suelo bajo *C. ladanifer*.

Teniendo en cuenta la escasa proporción de ácidos húmicos poco móviles del suelo colonizado por el jaral, el 61,7% de los ácidos húmicos (Fig. 3) pueden considerarse fracciones próximas a los ácidos fúlvicos y, por tanto, poco evolucionadas, de ahí que al sumarse a las fracciones «jóvenes» (humina heredada y ácidos fúlvicos) expresadas en carbono de la fracción humificada (Tabla III) (Fig. 2) daría un porcentaje mayor de fracciones poco evolucionadas que sobrepasarían a las fracciones evolucionadas, pudiendo entonces establecerse, en función del grado de evolución del humus, la siguiente serie gradativa:

Humus del bosque *C. sativa* >humus del helechal >humus del matorral de *L. pedunculata* >humus del jaral, que resulta válida también para expresar la tendencia decreciente del Carbono ligado en los suelos (Fig. 1).

Los espectros visibles de los ácidos húmicos (Fig. 5) son indicativos de un bajo grado de condensación entre los constituyentes aromáticos del polímero.

Teniendo en cuenta los valores de la relación entre las extinciones ópticas a 465 y 665 nm (E_4/E_6) de las soluciones de humato, tanto más elevada cuanto menor es el grado de transformación o maduración de los ácidos húmicos, se puede establecer

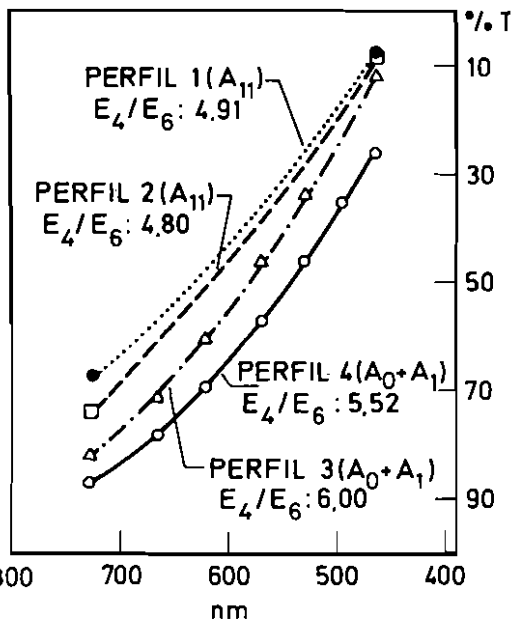


Fig. 5. Espectros visibles de los ácidos húmicos.

un incremento sucesivo del grado de condensación entre los constituyentes aromáticos del polímero, con disminución simultánea de cadenas laterales alifáticas en sus moléculas, en el sentido:

Acidos húmicos extraídos del jaral <AH extraídos del cantuesar (*L. pedunculata*) <AH del helechal <AH del suelo clímax bajo *C. sativa*, incremento poco acentuado en el suelo bajo *C. sativa* respecto al suelo representativo de la primera fase regresiva de la vegetación (*P. aquilinum*).

Considerando que la estructura aromática de la molécula del ácido húmico confiere propiedades hidrófobas y las cadenas alifáticas poseen grupos con propiedades hidrófilas, se puede concluir que en el sentido inverso de la serie gradativa anteriormente establecida, los ácidos húmicos poseerán mayor movilidad, participarán más intensamente en la alteración de la fracción mineral del suelo y conferirán peores cualidades como agentes formadores de una buena estructura.

SUMMARY

The considerable extension in Spain of *Pteridium aquilinum* (L.), substituting the climax forest vegetation

preceding the scrubs in advanced regression (*Cistus ladanifer* L., *Lavandula pedunculata* Cav.), motivated the research about the impact of vegetation change on several soil parameters in order to know the possibilities of «regradation».

Four nearby soils (Cambisol, FAO) developed on granite distinctive of *Castanea sativa* Mill. climax forest and of regressive series succeeding by degradation were chosen.

It was verified in the stages of chestnut forest substitution how fern, which induces a light acidification and a decrease of humification and saturation of soil bases degree, does not provoke unfavourable changes in humification processes which essentially by indirect way or by biophysicochemical neof ormation end up in acid mull humus formation with a high overall biological activity but with a less proportion of insolubilization humins.

Although ecological conditions are not very favourable to promote a high polymerization of humic acids, the electrophoregrams and the filtration curves through Sephadex showed a similarity between the polymerization degree and the molecular size of the humic acids extracted from the soils.

The visible spectres of humic acids proved a very close condensation degree between aromatic constituents of the polymers. The substitution of vegetation does not affect the soil structural stability.

Instead, the induced effect by scrubs in advanced regression involves a worsening of overall biological activity with substantial modification of humification processes which end respectively in the moder and mor formation in the soils under *L. pedunculata* and *C. ladanifer*, a considerable decrease of the humic acids polymerization degree and higher ratio between the optical extinctions at 465 and 665 nm, which denotes a smaller transformation or ripeness degree of humic acids, with increase of the aliphatic lateral chains which confer unfavourable qualities as formative agents of a good structure.

BIBLIOGRAFIA

- BRAUN-BLANQUET, J., 1979: *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume. Madrid, 820 págs.
- COMISIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA, 1973: «Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos». *An. Edaf. Agrobiol.*, 32: 1151.
- CHOUILIARAS, N.; VEDY, J. C., y PORTAL, J. M., 1975: «Fractionnement et caractérisation de la matière organique dans les rendsines». *Bull. I. N. Polytechnique de Nancy*, 17: 65-74.
- DABIN, B., 1971: «Etude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol». *Sci. du Sol*, 1: 47-63.
- FAO, 1977: *Guía para la descripción de perfiles de suelos*. Roma, 70 págs.
- KILMER, V. J., y ALEXANDER, I., 1949: «Method of making mechanical analyses of soils». *Soil Sci.*, 68: 15-24.
- KONONOVA, M. M., y BEL'CHIKOVA, N. P., 1960: «Investigations of the nature of soil humic substances». *Soviet Soil Sci.*, II: 1149-1153.
- MEHLICH, A., 1948: «Determination of cation and anion exchange properties of soils». *Soil Sci.*, 66: 429-445.
- MERLET, D., 1971: *Mise au point technique concernant l'extraction des composés organiques dans les sols*. Centre de Pédologie Biologique. CNRS. Nancy. Doc. núm. 15, 19 págs.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1966: *Mapa forestal de España 1:400.000*, 50 págs.
- MONNIER, G.; TURC, L., y JEANSON LUUSINANG, G., 1962: «Une méthode de fractionnement densimétrique par centrifugation des matières organiques du sol». *Ann. Agron.*, 13: 55-63.
- ORTUÑO, F., y CEBALLOS, A., 1977: *Los bosques españoles*. Ed. Incafo, 251 págs.
- POLO, A., y VELASCO, F., 1981: «Evolución de la estructura química de los ácidos húmicos del suelo en diversos ecosistemas forestales de Las Villuercas (Cáceres)». *Bol. Est. Central. Ecol.*, 10, 20: 3-8.

- RIVAS, S.; LOSA, M., y MUÑOZ-MEDINA, J., 1947: *Botánica descriptiva. I. Criptogamia*. Imp. Ventura. Granada, 407 págs.
- VELASCO, F., y LAZ, M., 1983: «Dinámica de la humificación en diversos ecosistemas de la Cordillera Cantábrica». *An. Inst. Nac. Inv. Agr. Serv. Forestal*, 7: 23-53.
- VELASCO, F., y DE MINGO, P., 1981: «Distribución de la materia orgánica libre y ligada y de las fracciones de humina en suelos climácicos y en suelos degradados». *An. Edaf. y Agrobiol.*, XL: 1-2, 179-189.
- VELASCO, F., y DEL RÍO, J., 1980: *La humificación en las etapas de sustitución del bosque climácico en la Pedriza del Manzanares (Madrid)*.
- VELASCO, F., y POLO, A., 1981: «Evolución de la materia orgánica del suelo en el Monte de "El Pardo" (Madrid)». *Bol. Est. Centr. Ecol.*, 10, 19: 11-18.
- VELASCO, F., y SARDINERO, E., 1985: «Estudio bioquímico de la humificación en diversas formaciones arbustivas y disclímax de Galicia». *An. Real Acad. Farm.*, 51: 615-640.