

## LA HUMIFICACIÓN EN DIVERSOS ECOSISTEMAS FORESTALES REPRESENTATIVOS DE LA PROVINCIA DE TOLEDO

por

FRANCISCO VELASCO\*, ALFREDO POLO\*, MIGUEL LADERO\*\* & GONZALO ALMENDROS\*

### Resumen

VELASCO, F., A. POLO, M. LADERO & G. ALMENDROS (1980). La humificación en diversos ecosistemas forestales de la provincia de Toledo (España). *Anales Jard. Bot. Madrid* 37(1):129-141.

Se caracterizó el humus de los ecosistemas forestales más representativos de la provincia de Toledo demostrando cómo la evolución de la materia orgánica sobre granito en bosques de *Pinus pinea* L., *Juniperus oxycedrus* L., subsp. *oxycedrus*, *Quercus rotundifolia* Lam., *Q. pyrenaica* Willd. y *Castanea sativa* Miller, desemboca en la formación de humus *mull forestal* y *mull-moder*, en general, con escasa transformación de precursores solubles, lo que se manifiesta por la abundancia de ácidos fúlvicos y predominio de los ácidos húmicos poco polimerizados sobre los muy polimerizados, con la única excepción del humus del bosque de *Castanea sativa* Miller, cuya razón Af/Ah=0,52, y la proporción de ácidos húmicos inmóviles, ligeramente superior a la de los ácidos húmicos móviles, indica las favorables condiciones para la humificación de esta fagácea. Sobre arcillas arcósicas, el matorral de *Quercus coccifera* L. promueve la formación de humus *mull forestal mesotrofo*, mostrando escasa polimerización de los ácidos húmicos. Más favorable resulta la evolución de la materia orgánica en los encinares, quejigares y melojares sobre areniscas silíceas, induciendo el mayor porcentaje de arcilla una humificación que se traduce en una proporción equilibrada de ácidos fúlvicos y húmicos y un predominio de las fracciones más polimerizadas de los ácidos húmicos. Sobre margas yesíferas y calizas, en los carrascales de *Quercetum rotundifoliae*, el humus es *mull cálcico*, pero poco evolucionado por la incorporación masiva de materia orgánica débilmente transformada, y se caracteriza por la insolubilización precoz de los ácidos fúlvicos por el carbonato cálcico.

### Abstract

VELASCO, F., A. POLO, M. LADERO & G. ALMENDROS (1980). Humification in several forest ecosystems of the Toledo Province (Spain). *Anales Jard. Bot. Madrid* 37(1):129-141 (In Spanish).

The humus of several representative forest ecosystems in the Toledo province was characterized. It is demonstrated how the evolution of the organic matter on granite in the *Pinus pinea* L., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Quercus rotundifolia* Lam., *Q. pyrenaica* Willd. and *Castanea sativa* Miller woodlands, ends in the formation of

(\*) Instituto de Edafología y Biología Vegetal, C.S.I.C., Unidad Estructural de Suelos. Serrano, 115 dupl. Madrid-6.

(\*\*) Departamento de Botánica. Facultad de Farmacia. Granada.

*forest mull* and *mull-moder* humus, but generally with scarce transformation of soluble forerunners, what is showed by the abundance of the fulvic acids, and the predominance of the slight polimerized humic acids on the very polimerized humic acids. Only the humus of the *Castanea sativa* Miller wood establishes an exception and its ratio  $Af/Ah=0,52$ , and its rate of inmovile humic acids (lightly higher than the mover humic acids), indicates the favourable conditions for the humification of this arboreal species. The *Quercus coccifera* L. brushwoods developed on «arcosic clays» promotes the formation of *mesotrophic forest mull*, which shows scarce polimerization of the humic acids. The evolution of the organic matter in *Quercus rotundifolia* Lam. and *Q. pyrenaica* Willd. woodlands developed on the siliceous standstones is more favourable because the greater rate of clay induces an humification which ends in an adjusted proportion of the fulvic acids, and a predominance of the humic acids more polimerized fractions. The humus of the *Quercus rotundifolia* Lam., woodlands on gypsum marls and limestones, is a *calcic mull* but little evolved by the early insolubilization of the fulvic acids by the calcic carbonate.

## INTRODUCCIÓN

Los modernos criterios de planificación y ordenación del territorio tienen cada vez más a conservar aquellos ecosistemas considerados idóneos para el esparcimiento.

A excepción de ciertos enclaves forestales considerados como ecosistemas monoespecíficos, cuya trayectoria está marcada por la producción, crecimiento y simplicidad, se centra sobre todo la atención en la protección de los ecosistemas «maduros», que reúnen condiciones óptimas de estabilidad, calidad y complejidad.

En la provincia de Toledo concurren una diversidad de factores bioclimáticos y geológicos que desembocan en la formación de biogeocenosis representativas, cuyo conocimiento puede ser extrapolable a otras áreas hispanas con características similares, de ahí el interés de conocer el funcionamiento de estos ecosistemas con vegetación permanente, estable, que implica a su vez el estudio de los subsistemas que lo integran.

En este trabajo se atenderá exclusivamente a la caracterización de las formaciones de humus, como punto de partida para un estudio exhaustivo y global de los suelos de la provincia, teniendo en cuenta que según DUCHAUFOUR (1976), el tipo de humus integra perfectamente las condiciones del medio y de la vegetación, ejerciendo, a veces, una acción determinante sobre la evolución de los horizontes minerales.

## MATERIAL y MÉTODOS

Para la caracterización del humus se siguió el criterio de selección de los perfiles edáficos, en función del material geológico originario (granito, arci-

llas arcósicas, areniscas silíceas, margas yesíferas, calizas, etc.) y de la diversificación del estrato arbóreo sobre el mismo substrato.

El clima predominante en los distintos perfiles, tomados a altitudes inferiores a 750 m.s.m., es semiárido, con gran irregularidad en la distribución de las lluvias a lo largo del año; los veranos son cálidos y largos. La intensa evapotranspiración potencial, al coincidir con un menor aporte de humedad por las lluvias, provoca un marcado déficit de agua (CANTÓ, 1979) para las numerosas especies no adaptadas, de ahí la presencia de una vegetación climática autóctona, que en el estrato arbóreo está representada por *Quercus rotundifolia* Lam., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* y *Pinus pinea* L.

La temperatura y la pluviosidad aumentan de norte a sur y de este a oeste (VELASCO NEGUERUELA, 1978), lo que explica la presencia de *Quercus faginea* Lam. subsp. *broteri* (P. Cout.) A. Camus al oeste y suroeste de la provincia, con mayores exigencias de oceanidad, además.

La mayor altitud de algunos perfiles de suelos modifica favorablemente la pluviosidad, que puede alcanzar 600-700 mm, e incluso los 848 mm, en el Real de S. Vicente, correspondiendo ya a localizaciones con ambiente subhúmedo. Es en estos ambientes donde domina *Quercus pyrenaica* Willd., considerada como una especie mesoxerófila, y en aquellos enclaves topográficos protegidos de un exceso de evaporación que permiten la conservación de la humedad edáfica, se enmarcan los bosques cultivados de *Castanea sativa* Miller.

### Descripción de los perfiles

Perfil 77021101: Tierra parda meridional o mediterránea.

Localidad: Carretera de S. Martín de Valdeiglesia a Maqueda.

Situación: Cruce de la carretera a la Villa del Prado, a 300 m a la derecha de la carretera.

Topografía: Altitud: 650 m.s.m.; Inclinación: 3 %; Orientación: S.

Roca madre: Granito de grano grueso y fino.

Vegetación potencial: *Junipero-Quercetum rotundifoliae* Rivas Martínez, 1964.

Actualmente:

*Pinus pinea* L. (aproximadamente de cien años).

*Thapsia villosa* L.

*Geranium molle* L.

*Stellaria media* (L.) Vill.

*Vicia villosa* Roth.

*Trifolium subterraneum* L.

*Myosotis ramosissima* Rochel subsp. *gracillima* (Loscos & Pardo) Rivas-Martínez.

*Asphodelus aestivus* Brot.

*Ornithopus compressus* L.

*Rumex papillaris* Boiss. & Reuter.

*Eryngium campestre* L.

*Senecio vulgaris* L.

## Perfil.—Morfología.

A<sub>0</sub>: 0-4 cm.A<sub>1</sub>: 4-8 cm. Moder, pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, muy enraizado. Estructura suelta.

(B): 8-24 cm. 10YR 3/3 en húmedo. Drenaje bueno.

C<sub>1</sub>: 24-64 cm...

## Perfil 77031102: Tierra parda meridional.

Localidad: Carretera de Nombela a Pelahustán.

Situación: Km 7, a 250 m a la izquierda de la carretera.

Topografía: Altitud: 600 m.s.m.; Inclinación: 15 %; Orientación: S.

Roca madre: Granito.

Vegetación potencial: *Junipero-Quercetum rotundifoliae* Rivas Martínez, 1964. subsp. *oleetosum* Ladero & Cantó, 1979.

## Actualmente:

*Quercus rotundifolia* Lam.*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus**Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb.*Rhamnus lycioides* L. subsp. *oleoides* (L.) Jahandiez & Maire.*Jasminum fruticans* L.*Osyris alba* L.*Daphne gnidium* L.*Asparagus acutifolius* L.*Rosa pouzini* Tratt.

## Perfil.—Morfología:

A<sub>0</sub>: 0-3 cm.A<sub>1</sub>: 3-8 cm. 10YR 3/4 en húmedo. Mull. Estructura suelta. Lombrices.

(B): 8-88 cm.

## Perfil 77031103: Tierra parda meridional.

Situación, topografía y roca madre: Las mismas que el perfil anterior, pero a 30 m de distancia.

Vegetación potencial: Igual a la del perfil anterior. El perfil se abrió en el área de influencia de la copa de un ejemplar de *Quercus rotundifolia* Lam.

## Perfil.—Morfología:

A<sub>0</sub>: 0-4 cm.A<sub>1</sub>: 4-8 cm. Mull Pardo muy oscuro en húmedo (10YR 2/2).

(B): 8-50 cm. 10YR 4/4 en húmedo.

## Perfil 77031104: Tierra parda subhúmeda.

Situación: Carretera de Navamorcuende a El Real de San Vicente, km 4, a la derecha de la carretera.

Topografía: Altitud: 959 m.s.m.; Inclinación: 10 %; Orientación: E.

Roca madre: Granito.

Vegetación potencial: *Luzulo-Quercetum pyrenaicae* Rivas Martínez, 1962.

Actualmente:

*Quercus pyrenaica* Willd. (Robles de 4-5 m.).  
*Crataegus monogyna* Jacq. subsp. *brevispina* (G. Kunze) Franco.  
*Luzula forsteri* (Sm.) DC.  
*Ranunculus gregarius* Brot.  
*Sedum forsterianum* Sm.  
*Conopodium capillifolium* (Guss.) Boiss.  
*Silene nutans* L.

Perfil.—Morfología:

A<sub>00</sub>: 0-0, 5 cm.  
 A<sub>0</sub>: 0,5-6 cm.  
 A<sub>11</sub>: 6-20 cm. 10YR 3/4 en húmedo. Mull forestal. (Lombrices).  
 A<sub>12</sub>: 20-40 cm. 10YR 3/4.  
 (B)<sub>1</sub>: 40-44 cm. 10YR 3/4.  
 (B)<sub>2</sub>: 44-64 cm. 10YR 5/6.  
 (B)<sub>3</sub>: 64-94 cm. 10YR 5/6.  
 C<sub>1</sub>: 94-200 cm. 10YR 6/6.

Perfil 77031105: Tierra parda subhúmeda:

Situación: Igual que el perfil anterior, pero en el km 10, a la izquierda de la carretera.

Topografía: Altitud: 1.230 m.s.m. Inclinación: 25 %; Orientación: W.

Roca madre: Granito.

Vegetación: *Castanea sativa* Miller (Castañar cultivado); Vegetación natural: *Luzulo-Quercetum pyrenaicae* Rivas Martínez, 1962.

Perfil.—Morfología:

A<sub>0</sub>: 0-4 cm.  
 A<sub>1</sub>: 4-28 cm. Mull forestal: Pardo muy oscuro. 10YR 2/2, en húmedo.  
 (B): 28-40 cm... 10YR 5/8 en húmedo.

Perfil 77031201: Tierra parda.

Situación: Carretera de las Herencias a Talavera de la Reina. Km. 3 a la derecha de la carretera.

Topografía: Altitud: 330 m.s.m.; Inclinación: 30 %; Orientación: N.

Roca madre: Arcillas arcóscicas.

Vegetación: *Rhamno cocciferetum* Br.-Bl. & Bolós 1957; Vegetación potencial: *Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O. Bolós 1957.

*Quercus coccifera* L.

*Quercus rotundifolia* Lam.

*Lonicera etrusca* G. Santi.

*Crataegus monogyna* Jacq. subsp. *brevispina* (G. Kunze) Franco.

*Rhamnus lyciodes* L. subsp. *oleoides* (L.) Jahandiez & Maire.

*Daphne gnidium* L.

*Asparagus acutifolius* L.

*Rubia peregrina* L.

*Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb.

*Cistus albidus* L.  
*Cytisus scoparius* (L.) Link.  
*Thymus mastichina* L.  
*Arum italicum* Miller.  
*Aristolochia longa* L.  
*Bartia robertiana* (Loisel.) W. Greuter.  
*Thymus zygis* L.

Perfil.—Morfología:

A<sub>0</sub>: 0-18 cm. 10YR 5/2. Mull.  
 (B): 18-40 cm. 10YR 5/4. Muy plástico. Transición brusca del horizonte A<sub>0</sub> al (B).

Perfil 77111802: Tierra parda.

Situación: Sierra de Sevilleja. Término de Buenasbodas. Carretera de Buenasbodas a Robledo del Mazo, km 9, a 20 m a la derecha de la carretera.  
 Topografía: Altitud: 879 m.s.m.; Inclinación: 25 %; Orientación: E.  
 Roca madre: Areniscas silíceas.

Actualmente:

*Quercus rotundifolia* Lam.  
*Quercus faginea* Lam. subsp. *broteri* (P. Cout.) A. Camus.  
*Rubia peregrina* L.  
*Pistacia terebinthus* L.  
*Sorbus torminalis* (L.) Crantz.  
*Phyllyrea angustifolia* L.  
*Rosa pouzini* Tratt.  
*Viburnum tinus* L.  
*Arbutus unedo* L.  
*Cistus ladaniifolius* L.  
*Digitalis purpurea* L. var. *toletana* Font Quer.

Perfil.—Morfología:

A<sub>00</sub>: 0-0,5 cm.  
 A<sub>0</sub> + A<sub>1</sub>: 0,5-10 cm. 10YR 3/2, pardo grisáceo. Muy oscuro en húmedo.  
 10 YR 3/3 en seco.  
 (B)<sub>1</sub>: 10-43 cm. 7,5YR 4/4 en húmedo; 10YR 5/3 en seco.  
 (B)<sub>2</sub>: 43-65 cm. 7,5YR 5/6 en húmedo; 10YR 6/3 en seco.  
 C: 65-120 cm...

Perfil 77111803: Tierra parda subhúmeda.

Situación: Carretera de las Hunfrías a Robledo del Buey, km 5, 30 m a la derecha de la carretera.  
 Topografía: Altitud: 750 m.s.m.; Inclinación: 10 %; Orientación: N.  
 Roca madre: Areniscas silíceas (rañizo) alternando con pizarras.  
 Vegetación potencial: *Leuzeo-Quercetum pyrenaicae* Rivas Martínez & Ladero, 1970.

Actualmente:

*Quercus pyrenaica* Willd.

*Pteridium aquilinum* L.  
*Daphne gnidium* L.  
*Geum sylvaticum* Pourret.  
*Cruciata glabra* (L.) Ehrend.  
*Brachypodium sylvaticum* (Hudson) Beauv.  
*Cistus ladaniferus* L.  
*Viola riviniana* Reichenb.  
*Conopodium capallifolium* (Guss.) Boiss.

Perfil.—Morfología:

A<sub>00</sub>: 0-0,5 cm.  
 A<sub>0</sub>: 0,5-2 cm.  
 A<sub>1</sub>: 2-28 cm. 10YR 3/2. Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. 10YR 5/2 en seco.  
 (B): 28-52 cm. 7,5YR 5/8 en húmedo; 10YR 6/3 en seco.

Perfil 77111901.

Situación: Carretera de Toledo-Ocaña, a 2 km del cruce de la carretera general de Andalucía.

Topografía: Altitud: 560 mm.; Inclinación: 20 %. Orientación: E.

Roca madre: Margas yesíferas y yesos.

Vegetación potencial: *Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O. Bolòs, 1957; *Rhamnococciferetum* Br.-Bl. & O. Bolòs, 1957.

Actualmente:

*Quercus rotundifolia* Lam.  
*Quercus coccifera* L.  
*Rhamnus lycioides* L. subsp. *lycioides*.  
*Thymus zygis* L.  
*Teucrium polium* L. subsp. *capitatum* (L.) Arcangeli.  
*Odontites longiflora* (Vahl) Webb.  
*Centaurea hyssopifolia* Vahl.  
*Helianthemum squamatum* (L.) Pers.  
*Lithodora fruticosa* (L.) Griseb.  
*Sedum gypsicola* Boiss. & Reuter.

Perfil.—Morfología:

A<sub>00</sub>: 0-0,5 cm.  
 A<sub>0</sub>: 0,5-2,5 cm.  
 A<sub>1</sub>: 2,5-10 cm. Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. 10YR 3/2.  
 (B): 10-24 cm. Pardo ligeramente amarillento (10YR 6/4) en húmedo 10YR 5/2 en seco. Da efervescencia con el ClH.

Perfil 77121601: Suelo pardo calizo.

Situación: Carretera de Villatobas a Lillo, km. 37, a 10 m a la izquierda de la carretera.

Topografía: Altitud: 750 m.s.m.; Inclinación: 5 %; Orientación: S.

Roca madre: Calizas lacustres.

Vegetación potencial: *Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O. Bolòs, 1957.

1.

Actualmente:

*Quercus rotundifolia* Lam.*Daphne gnidium* L.*Rosmarinus officinalis* L.

Perfil-Morfología:

A<sub>00</sub>: 0-1 cm.A<sub>1</sub>: 1-4 cm. 10YR 3/1 en húmedo, pardo grisáceo muy oscuro. (10YR 3/2 en seco). Mull. Lombrices.

(B): 4-55 cm. 10YR 4/4 en húmedo; 10YR 5/3 en seco.

Da efervescencia con el C1H a lo largo de todo el perfil.

Perfil. 77121602: Rendzina.

Situación: km 40 de la carretera de Villatobas a Lillos a la derecha de la carretera.

Topografía: Altitud: 750 m.s.m.; Inclinación: 15 %; Orientación: N-NW.

Roca madre: Calizas lacustres.

Vegetación: Igual a la del perfil anterior.

Perfil.—Morfología:

A<sub>00</sub>: 0-0,5 cm.A<sub>1</sub>: 0,5-3 cm. Mull. Gris muy oscuro (10YR 3/1 en húmedo); Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/3 en seco).A<sub>1</sub>/Ca: 3-40 cm. 10YR 7/2 en húmedo.

C: 40 cm...

Da efervescencia con el CIH a lo largo de todo el perfil.

### Métodos

La determinación del carbono se realizó por el método de SAUERLAND & BERWECKE (1952), y la del nitrógeno total, por el de KJELDAHL con las modificaciones propuestas por IRION (1951).

En el fraccionamiento del humus se siguió el criterio de DABIN (1971).

Para el desarrollo de los electroforegramas de los ácidos húmicos se utilizaron tiras de papel de filtro Whatman n.º 1, de 32 × 4 cm., a 200 voltios, durante dos horas en cubeta «Desaga», con tampón bórax. La cantidad de muestra aplicada fue de 5 µl de una solución de 12 mg de carbono por ml de NaOH 0,5N. El trazado y lectura de las curvas correspondientes se llevó a cabo mediante un densitómetro «Chromoscan».

Los valores correspondientes al complejo absorbente se obtuvieron aplicando el método de MEHLICH (1948).

El análisis mecánico se realizó de acuerdo con KILMER & ALEXANDER (1949).



## INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La observación de los datos analíticos expuestos en la Tabla I permite comprobar, en primer lugar, sobre sustrato granítico, la mayor capacidad movilizadora de bases de *Quercus rotundifolia* y *Juniperus oxycedrus* que *Pinus pinea*.

Mediante el ciclo biogeoquímico se enriquecen los horizontes superiores del suelo en cationes metálicos, y el grado de saturación se eleva considerablemente en el horizonte húmico A<sub>1</sub> de los suelos correspondientes al enebro y al encinar.

Aunque no pueda establecerse una proporcionalidad rigurosa entre los valores del pH y del V, se observa que el pH es tanto más elevado cuanto más se acerca al 100 % el grado de saturación.

Estas consideraciones sobre los valores del complejo adsorbente deben enmarcarse además en un contexto ecológico para conocer la tendencia de una comunidad vegetal permanente a incrementar más o menos, o disminuir la fertilidad natural del suelo, teniendo en cuenta que los elementos de cambio representan la fertilidad actual.

A mayor altitud (950-1.230 m.s.m.), y sobre sustrato granítico, se comprueba un proceso de desaturación en bases, a pesar de la capacidad movilizadora de *Quercus pyrenaica* y *Castanea sativa*, pero no se aprecia lixiviación.

La evolución de la materia orgánica desemboca en la formación de humus *mull-moder* y *mull*, pero con débil transformación de precursores solubles, que se traduce en una mayor proporción de ácidos fúlvicos, y un predominio de los ácidos húmicos poco polimerizados, de acuerdo con la distribución de las fracciones móviles e inmóviles (o poco móviles) en las curvas obtenidas a partir de los electroforegramas de los ácidos húmicos (Fig. 1); en cambio, el humus del bosque de *Castanea sativa* con razón Af/Ah = 0,52, y una proporción ligeramente superior de ácidos húmicos inmóviles, indica que la *fôrma* de esta fagácea induce una mayor polimerización de los compuestos húmicos que las restantes especies.

La actividad biológica, en general, es favorable contribuyendo a mejorar esta actividad del humus en el bosque de *Pinus pinea*, el abundante tapiz de papilionáceas del sotobosque. A la escasa proporción de arcilla cabe atribuir la débil polimerización de los ácidos húmicos.

Sobre arcillas arcósicas, la descomposición de los restos del matorral de *Quercus coccifera* desemboca en la formación de humus *mull forestal mesotrofo*, con una distribución equilibrada de ácidos húmicos y fúlvicos, que muestran, no obstante, débil polimerización.

En los encinares, quejigares y melojares desarrollados sobre areniscas silíceas, la materia orgánica evoluciona más favorablemente que en los bosques enmarcados sobre granito, induciendo probablemente el mayor porcentaje de arcilla una mayor polimerización de los compuestos húmicos, con valores muy similares para los ácidos fúlvicos y húmicos, y un predominio considerable de los ácidos húmicos muy polimerizados.

Sobre margas yesíferas y calizas, en los carrascales (*Quercetum rotundifoliae*), la formación húmica característica es el *mull cálcico*, pero poco evolu-

TABLA I

Perfil	Hori- zonte	Vegetación	Material originario	pH		Complejo de cambio (en $M_{eq}/100$ g de suelo)						
				H <sub>2</sub> O	ClK	H+	Ca++	Mg++	K+	Na+	S	T
77031101	A <sub>1</sub>	Pinus pinea	Granito	5,95	5,40	13,30	9,00	6,41	0,38	1,22	17,01	30,31
»	A <sub>1</sub> /C <sub>1</sub>	»	»	5,30	4,90	5,38	2,00	1,39	0,26	1,30	4,95	10,52
»	C <sub>1</sub>	»	»	4,96	3,85							
77031102	A <sub>1</sub>	Juniperus oxycedrus	»	7,30	6,90	7,29	27,40	4,11	0,89	1,30	33,30	40,59
»	(B)	»	»	6,45	5,55	5,01	2,00	0,90	0,25	0,78	3,93	3,94
77031103	A <sub>1</sub>	Quercus rotundifolia	»	6,80	6,30	7,72	17,00	4,36	0,64	1,13	23,13	30,85
»	(B)	»	»	6,00	5,10	8,94	3,00	1,56	0,77	1,74	7,07	16,01
77031104	A <sub>11</sub>	Quercus pyrenaica	»	6,00	5,25	8,15	4,00	2,14	0,26	1,13	7,53	15,68
»	A <sub>12</sub>	»	»	5,30	4,45	11,12	2,00	0,90	0,25	0,35	3,50	14,62
»	(B) <sub>1</sub>	»	»	4,90	3,90	11,12	1,50	0,58	0,25	0,35	2,68	13,80
»	(B) <sub>2</sub>	»	»	4,80	3,60	6,76	1,00	0,25	0,13	0,35	1,73	8,49
»	(B) <sub>3</sub>	»	»	4,80	3,55	4,58	1,00	0,25	0,25	0,26	1,76	6,34
77031105	A <sub>1</sub>	Castanea sativa	»	5,40	4,60	18,02	2,00	1,07	0,26	1,30	4,63	22,65
»	(B)	»	»	5,10	4,20	6,86	2,00	0,66	0,26	1,26	4,18	11,04
77031201	A <sub>1</sub>	Quercus coccifera	Arcillas arcósicas	6,10	5,50	8,53	11,00	4,68	0,38	1,30	17,46	25,94
77111802	A <sub>1</sub>	Quercus rotundifolia	Areniscas silíceas	6,30	5,50	17,34	6,00	4,44	0,13	0,35	10,92	28,26
»	(B) <sub>1</sub>	»	»	6,20	5,30	7,09	2,00	0,82	0,13	0,52	3,47	10,56
»	(B) <sub>2</sub>	»	»	6,10	5,00	5,52	1,00	0,58	0,13	0,78	2,49	8,01
77111803	A <sub>1</sub>	Quercus pyrenaica	Areniscas	5,75	5,15	10,48	3,00	3,54	0,13	0,35	7,02	17,50
»	(B)	»	»	5,10	3,90	14,92	1,00	1,32	0,13	0,35	2,80	17,72
77111901	A <sub>0</sub> +A <sub>1</sub>	Quercus rotundifolia	Margas yesíferas	8,00	7,70	0,00	57,00	1,48	0,51	0,61	59,60	59,60
»	(B)	»	»	8,10	7,80	0,00	0,74	0,26	0,52	19,52	19,52	19,52
77121601	A <sub>1</sub>	Quercus rotundifolia	Calizas	8,30	7,30	0,81	58,00	4,73	0,51	0,35	63,60	64,40
»	(B)	»	»	8,10	7,60	0,00	12,00	1,07	0,32	0,43	13,82	13,82
77121602	A <sub>1</sub>	Quercus rotundifolia	Calizas	7,90	7,50	0,00	52,00	5,67	1,02	0,43	59,12	59,12
»	A <sub>1</sub> /C <sub>a</sub>	»	»	8,00	7,40	0,00	8,00	1,40	0,26	0,35	10,01	10,01

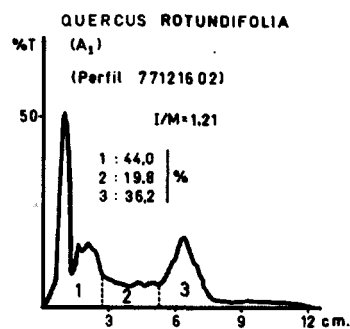
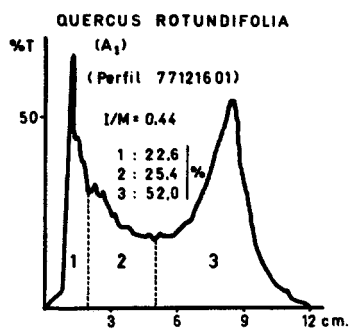
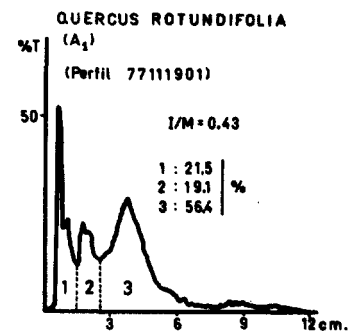
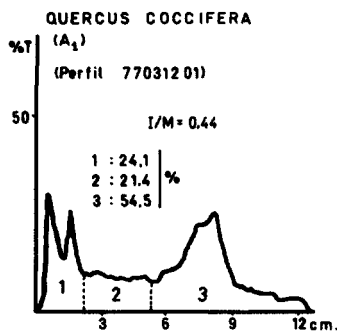
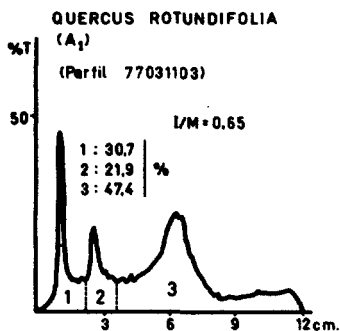
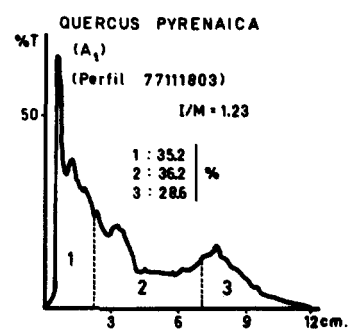
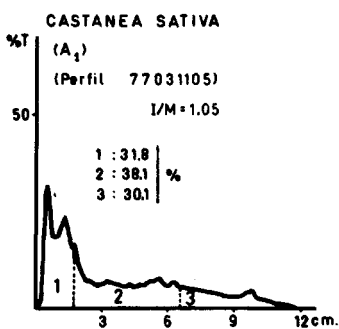
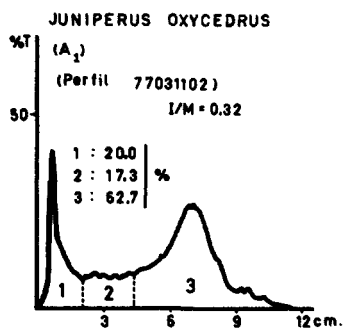
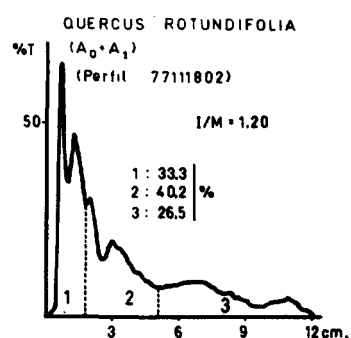
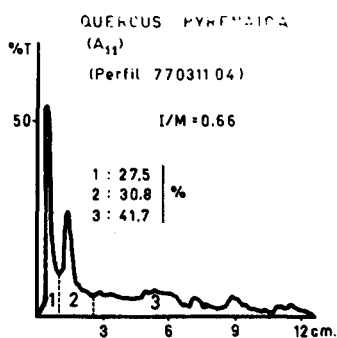
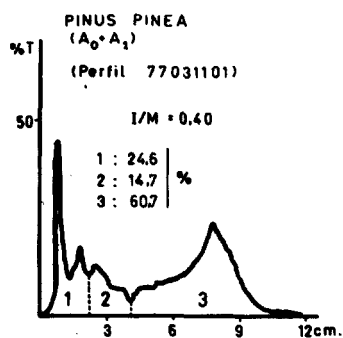
Af: Ácidos fúlvicos; Ah: Ácidos húmicos; H: Humina.

(\*) % de C respecto al carbono total (C<sub>t</sub>).

V	% Ar- cilla	C <sub>i</sub>	N	C/N	A <sub>f</sub>	A <sub>h</sub>	H	% A <sub>f</sub> (*)	% A <sub>h</sub> (*)	% H (*)	$\frac{C(A_f+Ah)}{C_i}$	$\frac{C(A_f+Ah+H)}{C_i}$	$\frac{A_f}{A_h}$	$\frac{I}{M}$
56,12 47,10	6,52	7,04	0,38	18,35	3,11	1,72	1,86	44,18	24,43	26,42	68,61	95,03	1,74	0,40
82,04 43,96	14,08	10,14	0,72	14,08	2,80	1,56	3,87	27,61	15,38	38,17	42,99	81,16	1,79	0,32
74,98 44,15	10,80	7,76	0,65	11,93	2,35	1,74	2,85	36,73	22,42	36,73	59,15	95,88	1,64	0,65
48,02 24,00 19,42 20,38 27,76	13,72	2,55	0,15	17,46	0,71	0,36	1,25	27,84	14,12	49,02	41,96	90,98	1,97	0,66
20,44 37,86	9,84	2,42	0,16	15,13	0,45	0,86	0,91	18,59	35,53	37,70	54,72	91,72	0,52	1,05
66,92	25,63	3,32	0,25	15,16	0,88	0,80	2,07	23,04	20,94	54,18	43,98	98,16	1,09	0,44
39,00 33,00 31,00	19,04	10,40	0,58	18,00	2,54	2,71	4,43	24,32	25,95	42,43	50,27	92,70	0,94	1,26
40,11 15,00	17,80	4,04	0,23	17,72	1,10	0,95	0,75	27,22	23,51	18,56	50,73	69,29	1,16	1,23
100,00 100,00	6,00	15,22	1,03	14,78	3,44	3,71	2,58	22,60	24,37	16,95	46,97	63,92	0,92	0,43
98,74 100,00	19,75	6,50	0,48	13,54	0,67	2,42	3,03	14,61	37,23	46,62	51,85	98,47	0,39	0,44
100,00 100,00	15,80	12,72	0,95	13,46	2,73	3,20	4,75	25,16	26,16	37,34	46,62	83,96	2,73	1,21
100,00		0,60	0,05	12,00										

I: % de ácidos húmicos inmóviles (electroforesis).

M: % de ácidos húmicos móviles (electroforesis).



## ELECTROFOREGRAMAS DE ACIDOS HUMICOS

cionado por la incorporación masiva de materia orgánica escasamente transformada, y la insolubilización precoz de los ácidos fúlvicos por el carbonato cálcico, de ahí la elevada razón Af/Ah = 2,73 del humus de la rendsina, pero en cambio los ácidos húmicos muestran una mayor proporción de la fracción inmóvil.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANTÓ, P. (1979). *Estudio de las comunidades arbóreas, arbustivas y esciáfilas de la Sierra de San Vicente (Toledo)*. Memoria de Licenciatura, inéd. Fac. Farm. Univ. Complutense. Madrid.
- DABIN, B. (1971). Etude d'une méthode d'extractiore de la matière humique de sol. *Sci. du sol* 1:47.
- DUCHAUFOR, P. (1976). *Atlas ecologique des sols du monde*. Masson Ed., Paris.
- IRION, W. (1951). Beiträge Zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl in grossen Reihen von Pflanzenmaterial und Futtermitteln. *Z. Pflanzenernähr. Düngung Bodenk.* 52:193.
- KILMER, V. J. & I. ALEXANDER. (1949). Method of making mechanical analyses of soils. *Soil Sci.* 66:429.
- MEHLICH, A. (1948). Determination of cation and anion-echange properties of soils. *Soil Sci.* 66:429.
- SAUERLAND, W. & H. BERWECKE. (1952). Untersuchungen über den Nährstoff und Kohlenstoffgehalt des Stalldüngers. *Z. Pflanzenernähr. Düngung Bodenk.* 56:204.
- VELASCO NEQUERUELA, A. (1978). *Contribución al estudio de la flora y vegetación de la Comarca granítica toledana y Montes de Toledo (Tramo Oriental)*.—Tesis Doctoral, inéd. Fc. Farm. Univ. Complutense. Madrid.

*Aceptado para publicación: 22-V-80*