

CARACTERIZACIÓN DEL HUMUS DE SUELOS DEL MACIZO DE AYLLÓN

ISABEL HERNANDO¹, JUAN HERNANDO² Y ALFREDO ARES³

RESUMEN

Se caracteriza el humus de diversos suelos del Macizo de Ayllón: Leptosoles, Regosoles, Cambisoles, Podsoles y Fluvisoles y se estudia la evolución de las distintas fracciones humificadas así como su relación con la vegetación real y potencial de la zona y la altitud en la que se localizan.

Palabras clave: suelo, humus, vegetación, Ayllón.

SUMMARY

The humus from Ayllón mountains range has been widely described. We can distinguish in this area: Leptosols, Regosols, Cambisols, Podzols and Fluvisols; and the evolution of the soil organic matter was studied in relation to real and potential vegetation in the area, and the altitude in which they were developed.

Key words: soil, humus, vegetation, Ayllon.

INTRODUCCIÓN

El estudio de suelos del Sistema Central ha sido objeto de numerosas publicaciones referentes a su génesis y clasificación: ALBAREDA & ASENSIO 1945; CLAVER 1947; GUERRA *et al.* 1966; HOYOS *et al.* 1969; HOYOS *et al.* 1980; VELASCO & LOZANO 1972; RIEDEL 1973; ALMENDROS *et al.* 1982; DE LA CRUZ 1984; ESPEJO 1988; IBAÑEZ *et al.* 1992; BARBA *et al.* 1995; HERNANDO *et al.* 1996, etc. En muchos de ellos, sobre todo a partir de 1980, se comienza a estudiar con profundidad la composición del humus y los factores ecológicos que intervienen en su evolución: acción

del clima general y del edafoclima, influencia de la vegetación y composición de la hojarasca, importancia del medio mineral y la humificación biológica en su conjunto.

El contenido y tipo de materia orgánica del suelo presenta una importancia decisiva en el conocimiento de los tipos de suelos, así como en su empleo con fines agrícolas o forestales; interviene en los procesos de retención de agua, intercambio iónico, estructuración, suministro de energía y nutrientes, protección frente a la erosión y degradación, temperatura del suelo, etc.

¹ Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. UCM.

² Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. UCM.

³ Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. UCM. E-mail: aaresmateos@tajamar.es

Dentro de los suelos establecidos por ISRIC, ISSS y FAO 1998 existen suelos orgánicos (Histosoles) y suelos con una marcada acumulación de materia orgánica (Kastanozem, Chernosem y Phaeozem). Además su importancia es notoria en suelos tales como Andosoles, Podsoles, Umbrisoles, Antrosoles, etc. En ocasiones define horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico.

En el presente trabajo se estudian los diversos componentes del humus de los distintos suelos en función del tipo de cobertura vegetal y la altitud.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras fueron tomadas en los términos municipales de Riofrío de Riaza y Cantalojas, que albergan las cuencas del río Riaza (cuenca hidrográfica del Duero) y del río Lillas (cuen-

ca hidrográfica del Tajo) respectivamente. La extensión estudiada de las dos cuencas es aproximadamente de treinta kilómetros cuadrados y la distancia que separa el nacimiento de los dos ríos de unos cinco kilómetros.

La situación de los suelos viene reflejada en la figura 1, y la localización, propiedades morfológicas e información general de los dos grupos de suelos en las tablas 1 y 2.

Para la determinación del carbono orgánico total se siguió el método propuesto por WALKLEY & BLACK 1974 e ISRIC 1993; basado en la oxidación por vía húmeda utilizando dicromato potásico en medio sulfúrico como oxidante, y valorando el exceso con una solución de sal de Mohr $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$, en presencia de difenilamina como indicador.

El fraccionamiento de la materia orgánica humificada se realizó siguiendo el criterio de TOUTAIN 1981; mediante una separación densimétrica se

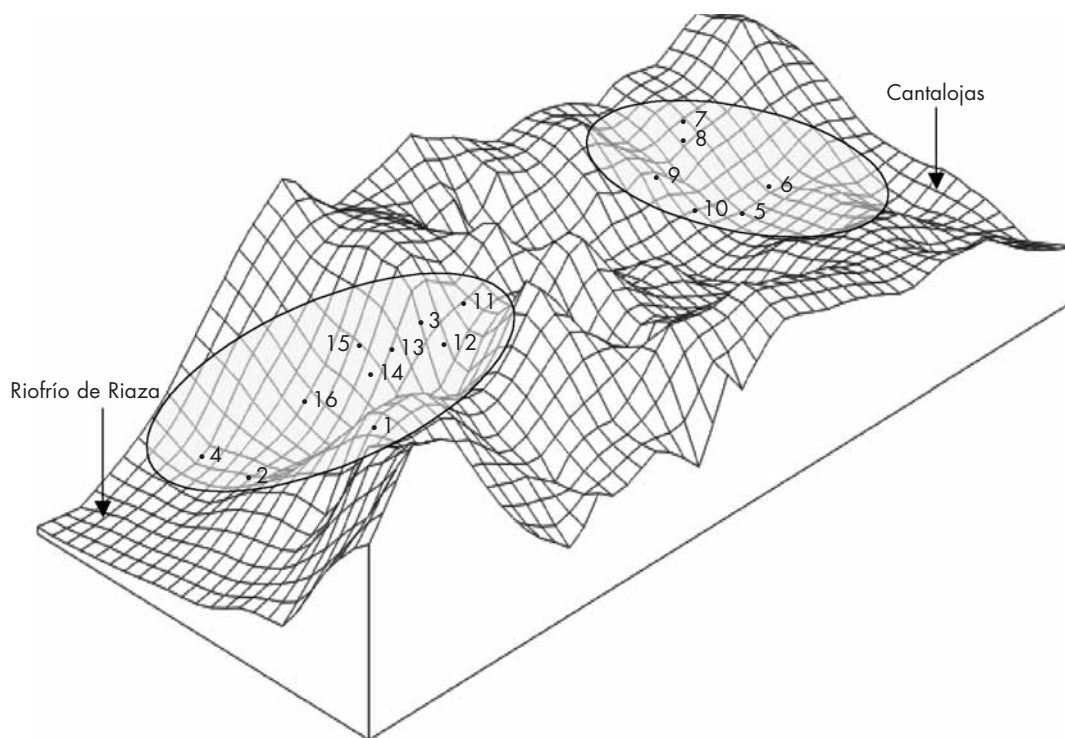


Figura 1 - Distribución de los suelos en un perfil altitudinal.

Figure 1 - Soils distribution of soils in altitudine cross section.

| Perfil | Localización | Vegetación | Material de Partida | PTE. (%) | Altitud (m) | Fisiografía | Terreno Circundante | Orientación | Coord. UTM |
|---------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------|-------------------|---------------------|----------------|--------------|
| LPdy 1 | La Pinilla | Melojar y brezo | Esquisto micáceo | 25 | 1.500 | Rellano en ladera | Montañoso | NORTE | 46093 456235 |
| LPdy 2 | Riofrío de Riaza | Melojar | Esq. Mic. feldespáticos | 10 | 1.300 | Ladera | Montañoso | NORTE NOROESTE | 46190 456615 |
| LPum 4 | Riofrío de Riaza | Melojar | Cuarcitas | 20 | 1.300 | Ladera | Montañoso | SUDOESTE OESTE | 46245 456610 |
| LPum 12 | Cancho de la Pedrosa | Pradera y Brezal | Cuarcitas y Esquistos | 15 | 1.700 | Ladera | Montañoso | OESTE | 46515 456310 |
| LPli 15 | Hayedo de la Pedrosa | Hayedo | Cuarcitas | 7 | 1.430 | Rellano en ladera | Montañoso | OESTE | 46440 456510 |
| RGhu 13 | Majada larga | Hayedo y Brezal | Esquistos y Cuarcitas | 40 | 1.520 | Ladera | Montañoso | OESTE | 46510 456420 |
| RGhu 16 | Puerto de la Quesera | Hayedo, Melojar, Brezal | Esquistos y Cuarcitas | 10 | 1.360 | Ladera | Montañoso | ESTE | 46365 456520 |
| PZet 3 | Cancho de la Pedrosa | Brezal | Pizarras cuarcíferas | 4 | 1.550 | Ladera | Montañoso | NOROESTE | 46570 456380 |
| PZum 14 | Hayedo de la Pedrosa | Hayedo | Esquistos y Cuarcitas | 5 | 1.430 | Rellano en ladera | Montañoso | OESTE | 46440 456505 |
| CMmo 11 | Collado de la Quesera | Pradera | Pizarras y Esquistos | 3 | 1.710 | Ladera | Montañoso | OESTE | 46495 456310 |

Tabla 1 - Localización e información general de los perfiles del Puerto de la Quesera.

Table 1 - Localization and general information of soils in Puerto de la Quesera.

| Perfil | Localización | Vegetación | Material de Partida | PTE. (%) | Altitud (m) | Fisiografía | Terreno Circundante | Orientación | Coord. UTM |
|---------|------------------------|-----------------|----------------------|----------|-------------|-------------------|---------------------|-------------|--------------|
| LPum 7 | Margen del río Lillas | Jaral y Melojar | Esquistos | 25 | 1.420 | Ladera | Montañoso | SUR | 47050 456570 |
| LPum 10 | Pista hacia Majaelrayo | Brezal | Pizarras | 15 | 1.360 | Rellano en ladera | Montañoso | NORTE | 47560 456280 |
| LPmo 9 | Loma de la Torrecilla | Melojar | Esquistos | 40 | 1.540 | Ladera | Montañoso | NORTE | 47150 456440 |
| RGhu 8 | Margen del río Lillas | Pradera | Esquistos | 15 | 1.420 | Ladera | Montañoso | NORTE | 47070 456515 |
| Flum 5 | Margen del río Lillas | Jaral y Pradera | Pizarras y Esquistos | 15 | 1.340 | Ladera | Montañoso | NORTE | 47585 456405 |
| Flgl 6 | Margen del río Lillas | Pradera | Pizarras y Esquistos | 0 | 1.340 | Rellano | Montañoso | OESTE | 47590 456410 |

Tabla 2 - Localización e información general de los perfiles de la Cuenca del río Lillas.

Table 2 - Localization and general information of soils in Cuenca del río Lillas.

determina el carbono libre que incluye materia orgánica fresca o muy poco transformada; el posterior tratamiento con ultrasonidos permite determinar la humina heredada.

El residuo es tratado con una mezcla de pirofosfato y sulfato sódico, lo que permite separar los ácidos fúlvicos y los ácidos húmicos, se-

parados posteriormente con ácido sulfúrico concentrado de la humina de insolubilización extraíble y la humina de insolubilización no extraíble o residual. Para extraer la humina de insolubilización extraíble se añade pirofosfato sódico, hidróxido sódico y sulfato de sodio, quedando así un residuo insoluble denominado humina de insolubilización no extraíble.

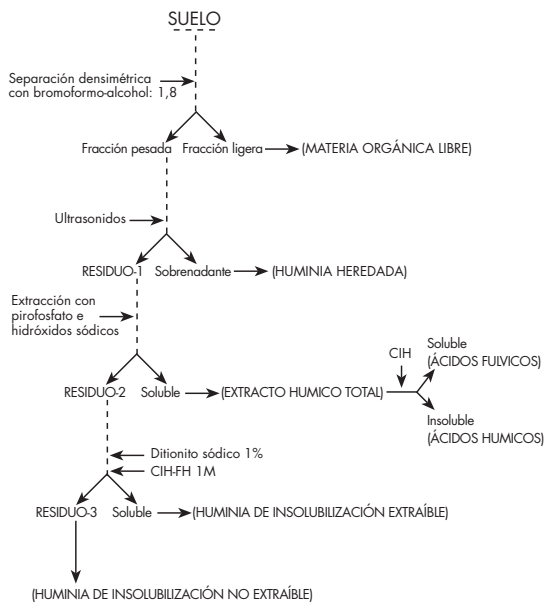


Figura 2 - Métodos y reactivos utilizados para fraccionar la materia orgánica.

Figure 2 - Methods and reactivos used in soil organic matter fractionament.

En la figura 2 se muestran el fraccionamiento realizado y los reactivos empleados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de la evolución de las distintas fracciones orgánicas se realiza teniendo en cuenta que éstas comprenden:

Carbono libre: materia orgánica sin transformar o muy poco transformada próxima a la materia orgánica fresca.

Humina heredada: partículas de materia orgánica mucho más transformada que la materia orgánica libre, ligadas a la fracción mineral por medio de débiles enlaces, principalmente de naturaleza física, que se pueden romper por dispersión al aplicar un tratamiento con ultrasonidos.

Ácidos fúlvicos: moléculas húmicas de neoformación poco polimerizadas.

Ácidos húmicos: moléculas húmicas de neoformación con un importante grado de polimerización.

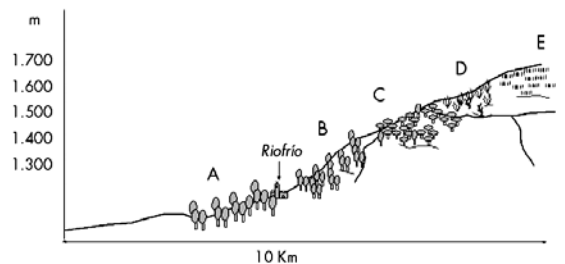
Humina de insolubilización extraíble: sustancias húmicas evolucionadas donde las moléculas húmicas más o menos evolucionadas se unen a las estructuras de los minerales de arcilla o forman complejos órgano-minerales con el hierro, tratándose de uniones reversibles.

Humina de insolubilización no extraíble o residual: comprende una fracción de materia orgánica muy evolucionada irreversiblemente ligada a la fracción mineral del suelo, abundante en los humus evolucionados (ALMENDROS *et al.* 1979).

RICE & MACCARTHY 1988 admiten que en la humina de insolubilización se encuentra diferenciada una fracción de materia orgánica muy evolucionada irreversiblemente ligada a la fracción mineral del suelo. Recientes investigaciones basadas en técnicas de RMN, señalan que esta fracción de materia orgánica insoluble ligada a la fracción arcilla podría presentar naturaleza alifática (ALMENDROS *et al.* 1996).

Según esto, la materia orgánica poco evolucionada, que dará lugar a humus peor transformado, presenta porcentajes altos de carbono libre y humina heredada, mientras que el humus mejor transformado es rico en huminas de insolubilización y sustancias húmicas extraíbles.

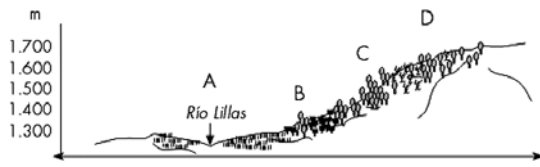
Se estudia el fraccionamiento de la materia orgánica en función del tipo de cobertura vegetal y la altitud donde se desarrollan los suelos. La zona representa un enclave de características únicas a nivel botánico, distinguiéndose dos series de vegetación altitudinal, una situada en la cuenca del río Riaza (figura 3), y



A: Asociación *Halimio-Ericetum cinerae*; B: Asociación *Luzulo-Quercetum pyrenaicae*; C: Asociación *Galio Rotundifolii-Fagetum*; D: Asociación *Halimio-Ericetum aragonensis*; E: Pradera de nardetas.

Figura 3 - Serie de vegetación en el Puerto de la Quesera.

Figure 3 - Vegetation sequence in Puerto de la Quesera.



A: Asociación *Cicendietum filiformis*.
 B: Asociación *Halimio-Cistetum laurifolii*.
 C: Asociación *Halimio ocymoidis-Ericetum aragonensis*.
 D: Asociación *Luzulo-Quercetum pyrenaica*.

Figura 4 - Serie de vegetación en la Cuenca del río Lillas.
Figure 4 - Vegetation sequence in Cuenca del río Lillas.

otra en la cuenca del río Lillas (figura 4), que comprenden bosques de melojares, hayedos, brezales disclimácicos y jarales, como etapa de sustitución de estos bosques, y praderas. En el estudio de los suelos en relación con la altitud y el piso de vegetación en el que se encuentran se obtienen los siguientes resultados: El Cambisol móllico (11), el Regosol húmico (8), el Fluvisol úmbrico (5) y el Fluvisol gleico (6), se desarrollan bajo vegetación de pradera, cuando las condiciones climáticas son adecuadas, los restos vegetales producidos evolucionan con facilidad y son transformados en moléculas húmicas muy estables. En el Cambisol móllico (11), el grado de humificación es relativamente bajo. La pradera de nardetas del puerto de la Quesera se sitúa por encima de los 1.700 metros, en unas condiciones de temperatura y humedad que retardan los procesos de humificación. Sin embargo, en este suelo, la materia orgánica transformada tiene un alto grado de evolución y en él se encuentran los valores más altos de humina de insolubilización no extraíble. El Regosol húmico (8) tiene un grado de humi-

ficación medio, la materia orgánica se encuentra principalmente en forma de ácidos húmicos y humina insoluble, lo que indica una buena humificación. Los Fluvisoles (5) y (6) presentan los grados de humificación más altos y la materia orgánica se encuentra bien humificada como ponen de manifiesto los altos porcentajes de ácidos húmicos y humina insoluble (tabla 3).

Bajo la influencia del melojar se desarrollan: el Leptosol móllico (9), los Leptosoles úmbricos (7), (4) y (10) y el Leptosol dístico (2). El Leptosol móllico (9) tiene un grado de humificación medio con importantes porcentajes de humina insoluble extraíble y ácidos húmicos, la humificación se encuentra favorecida por la importante cantidad de cationes divalentes del horizonte superficial aportados por la hojarasca del melojar¹. Actualmente el Leptosol úmbrico (7) se desarrolla bajo vegetación de jaral que ha sustituido al melojar recientemente degradado. Esto se manifiesta por la elevada cantidad de Ca⁺² y Mg⁺² del horizonte superficial y por la proximidad de un bosque de *Q. pyrenaica* a pocos metros del perfil estudiado². Por este motivo, a pesar de la difícil humificación de los restos de jara, el suelo presenta un grado de humificación medio y un alto porcentaje de humina de insolubilización. Algo semejante ocurre en el Leptosol úmbrico (10), donde el melojar ha sido sustituido por un brezal y encontramos en el

¹ Ca²⁺ = 19,20 cmol.kg⁻¹; Mg²⁺ = 4,14 cmol.kg⁻¹ (LPmo 9).
² Ca²⁺ = 6,57 cmol.kg⁻¹; Mg²⁺ = 1,43 cmol.kg⁻¹ (LPum 7).

| | | %C org | %N total | C/N | % C libre | % HH | % AF | % AH | % HIE | % HI | C lig/C libre |
|-----------|-----|------------------|----------|------|-----------|------|------|------|-------|------|---------------|
| | | % Carbono ligado | | | | | | | | | |
| Flum (5) | Ah1 | 10,03 | 0,57 | 17,6 | 8,3 | 13,9 | 6,6 | 24,0 | 24,9 | 22,2 | 11,0 |
| | Ah2 | 4,93 | 0,34 | 14,5 | 10,8 | 9,8 | 6,0 | 23,3 | 31,5 | 18,7 | 8,3 |
| Flgl (6) | Ah | 2,67 | 0,22 | 12,1 | 8,7 | 14,0 | 9,5 | 32,6 | 20,1 | 15,1 | 10,5 |
| RGhu (8) | Ah | 7,02 | 0,44 | 15,9 | 14,5 | 13,4 | 7,2 | 21,1 | 24,6 | 19,2 | 5,9 |
| CMmo (11) | Ah1 | 9,2 | 0,70 | 13,7 | 24,6 | 18,1 | 4,0 | 13,6 | 18,8 | 20,9 | 3,1 |
| | Ah2 | 5,0 | 0,40 | 11,2 | 11,9 | 6,7 | 8,7 | 33,6 | 16,8 | 22,3 | 7,4 |

HH: Humina heredada; AF: Ácidos fúlvicos; AH: Ácidos húmicos;
 HIE: Humina de insolubilización extraíble; HI: Humina de insolubilización no extraíble.

Tabla 3 - Fraccionamiento de materia orgánica en suelos desarrollados bajo pradera.
Table 3 - Division of soil organic matter in soils developed under meadow.

horizonte superficial valores altos de los cationes divalentes³. En el horizonte superficial se aprecia una importante cantidad de materia orgánica mal descompuesta, y una relación C/N próxima a 28 que es debida a la lenta y difícil descomposición de los restos vegetales del brezal. Se mantienen los altos porcentajes de fracciones orgánicas bien humificadas, formadas a partir de la vegetación del melojar primitivo (tabla 4).

El Leptosol dístico (2) y el Leptosol úmbrico (4), son los que presentan el grado de humificación más bajo, con un porcentaje de carbono libre de 30,7 y 29,4 respectivamente y un porcentaje de ácidos fúlvicos inferior al 1%. Se podría esperar un grado de humificación más elevado en estos suelos, por su localización a poca altitud y bajo vegetación mejorante de melojar. La buena humificación que tuvieron estos suelos, y que queda reflejada por los elevados porcentajes de fracciones húmicas estables a lo largo del perfil, se ha visto interrumpida por la influencia humana en forma de pastoreo o laboreo con el consiguiente empobrecimiento del suelo y la aparición de comunidades de

linderos y otras especies herbáceas que dificultan los procesos de humificación.

Las relaciones C/N dan valores próximos a 10 por los importantes aportes de nitrógeno que ha sufrido el suelo como consecuencia de su uso, y no sirven para definir el tipo de humus que en él se desarrolla. Tanto el Leptosol dístico (2) como el Leptosol úmbrico (4) se localizan en las proximidades de la localidad de Riofrío de Rianza (tabla 5).

En los Regosoles húmicos (13) y (16), en el Leptosol lítico (15) y en el Podsol úmbrico (14) desarrollados bajo influencia del hayedo, el grado de humificación es medio, sin embargo el humus no presenta un importante grado de evolución obteniéndose valores bajos de humina de insolubilización no extraíble y un porcentaje elevado de ácidos fúlvicos sobre todo en los horizontes subyacentes. Esta acumulación de ácidos fúlvicos parece estar relacionada con el incipiente proceso de movilización y arrastre de sustancias que se da en estos suelos. El menor grado de humificación de los suelos desarrollados con influencia del hayedo es debido a que los restos vegetales del haya se humifican peor que los del

³ Ca²⁺=13,65 cmol_ckg⁻¹; Mg²⁺=2,08 cmol_ckg⁻¹ (LPum 10).

| | | %C org | %N total | C/N | % C libre | % Carbono ligado | | | | | C lig/C libre |
|-----------|-----|--------|----------|------|-----------|------------------|------|------|-------|------|---------------|
| | | | | | | % HH | % AF | % AH | % HIE | % HI | |
| LPum (7) | Ah | 4,67 | 0,34 | 13,7 | 13,7 | 7,5 | 8,9 | 28,3 | 23,7 | 17,9 | 6,3 |
| LPmo (9) | Ah | 12,41 | 0,82 | 14,8 | 19,7 | 18,6 | 6,7 | 23,6 | 20,3 | 11,2 | 4,1 |
| LPum (10) | Ah1 | 13,80 | 0,51 | 28,1 | 18,7 | 18,4 | 6,9 | 24,9 | 17,2 | 14,0 | 4,3 |
| | Ah2 | 6,90 | 0,42 | 19,3 | 12,3 | 8,6 | 10,4 | 32,6 | 18,4 | 17,8 | 7,1 |

HH: Humina heredada; AF: Ácidos fúlvicos; AH: Ácidos húmicos;
HIE: Humina de insolubilización extraíble; HI: Humina de insolubilización no extraíble.

Tabla 4 - Fraccionamiento de materia orgánica en suelos desarrollados bajo melojar.

Table 4 - Division of soil organic matter in soils developed under oakwood.

| | | %C org | %N total | C/N | % C libre | % Carbono ligado | | | | | C lig/C libre |
|----------|----|--------|----------|------|-----------|------------------|------|------|-------|------|---------------|
| | | | | | | % HH | % AF | % AH | % HIE | % HI | |
| LPdy (2) | Ah | 4,95 | 4,45 | 11,4 | 30,7 | 13,7 | 0,7 | 13,5 | 29,0 | 12,3 | 2,2 |
| LPum (4) | Ah | 5,64 | 0,53 | 10,9 | 29,4 | 11,8 | 0,2 | 28,0 | 12,0 | 18,6 | 2,4 |

HH: Humina heredada; AF: Ácidos fúlvicos; AH: Ácidos húmicos;
HIE: Humina de insolubilización extraíble; HI: Humina de insolubilización no extraíble.

Tabla 5 - Fraccionamiento de materia orgánica en suelos desarrollados bajo melojar en las proximidades de Riofrío de Rianza.

Table 5 - Division of soil organic matter in soils developed under oakwood near to Riofrío de Rianza.

melojo. Esto es especialmente significativo en el Podsol úmbrico (14), en el que existe una mayor acumulación de restos orgánicos en superficie por su posición fisiográfica en rellano, y los microorganismos no descomponen con facilidad estos restos formándose un horizonte superficial O. La relación C/N de los suelos de hayedo da valores próximos a 20, algo más bajos cuando hay influencia del melojar (tabla 6).

El Leptosol úmbrico (12), el Podsol éntico (3) y el Leptosol dístrico (1) se forman por encima de los 1500 metros con influencia del brezal. Estos factores condicionan un bajo grado de humificación en el Leptosol úmbrico (12) en el que tampoco hay altos porcentajes de fracciones estables de humina. Un comportamiento similar se observa en el Leptosol dístrico (1), en el que la humificación se ve impedida por la altura y la vegetación acidificante del brezal.

En el Podsol éntico (3) se observa un grado de humificación medio con alto porcentaje de ácidos húmicos, SCHINITZER & KODAMA 1976; TAN 1980 y KODAMA *et al.* 1983; admiten que no sólo los ácidos fúlvicos son capaces de disolver y complejar hierro y aluminio, sino que también los ácidos húmicos pueden hacerlo, por lo que la podsolización puede iniciarse en este suelo a pesar de presentar un grado de humificación medio (tabla 7).

Se realiza un análisis estadístico de correlaciones entre las distintas fracciones de materia orgánica de los horizontes superiores. Aparecen correlaciones significativas positivas (al nivel 0,01) entre el carbono libre y la humina heredada y negativas entre el carbono libre y la humina heredada con respecto a las fracciones más humificadas: ácidos húmicos y fúlvicos (tabla 8). Según estos datos, los suelos con menor grado de humificación presentan porcen-

| | | %C org | %N total | C/N | % C libre | % Carbono ligado | | | | | C lig/C libre |
|-----------|-----|--------|----------|------|-----------|------------------|------|------|-------|------|---------------|
| | | | | | | % HH | % AF | % AH | % HIE | % HI | |
| RGhu (13) | Ah1 | 7,41 | 0,42 | 17,9 | 16,8 | 9,4 | 12,3 | 32,2 | 20,5 | 8,9 | 4,9 |
| | Ah2 | 3,12 | 0,31 | 12,2 | 6,9 | 1,2 | 28,8 | 27,2 | 18,9 | 16,9 | 13,5 |
| PZum (14) | Ah | 9,83 | 0,55 | 19,6 | 40,8 | 39,8 | 2,9 | 5,9 | 6,3 | 4,2 | 1,4 |
| | E | 3,34 | 0,24 | 16,0 | 2,3 | 0,1 | 22,5 | 52,4 | 13,7 | 9,0 | 42,5 |
| | Bhs | 3,81 | 0,51 | 7,7 | 4,6 | 0,3 | 27,5 | 10,1 | 50,0 | 7,4 | 20,7 |
| LPLi (15) | Ah | 9,73 | 0,50 | 19,3 | 15,1 | 5,6 | 10,7 | 36,9 | 22,1 | 9,6 | 5,6 |
| RGhu (16) | Ah1 | 7,48 | 0,48 | 18,1 | 19,0 | 9,5 | 4,7 | 25,1 | 28,2 | 13,5 | 4,3 |
| | Ah2 | 5,45 | 0,30 | 19,5 | 13,6 | 2,5 | 12,6 | 34,1 | 24,4 | 12,9 | 6,3 |
| | AC | 3,02 | 0,21 | 13,5 | 3,1 | 0,8 | 12,6 | 67,8 | 13,0 | 2,6 | 31,2 |

HH: Humina heredada; AF: Ácidos fúlvicos; AH: Ácidos húmicos; HIE: Humina de insolubilización extraíble; HI: Humina de insolubilización no extraíble.

Tabla 6 - Fraccionamiento de materia orgánica en suelos desarrollados bajo hayedo.

Table 6 - Division of soil organic matter in soils developed under beechwood.

| | | %C org | %N total | C/N | % C libre | % Carbono ligado | | | | | C lig/C libre |
|-----------|------|--------|----------|------|-----------|------------------|------|------|-------|------|---------------|
| | | | | | | % HH | % AF | % AH | % HIE | % HI | |
| LPdy (1) | Ah | 5,10 | 0,31 | 16,5 | 28,7 | 14,2 | 0,9 | 11,4 | 33,8 | 11,1 | 2,5 |
| PZet (3) | Ah | 7,38 | 0,49 | 17,0 | 17,6 | 10,5 | 3,5 | 41,2 | 12,0 | 15,2 | 4,7 |
| | ABhs | 3,12 | 0,24 | 19,6 | 13,8 | 7,0 | 14,3 | 26,1 | 21,1 | 17,8 | 6,2 |
| LPum (12) | Ah | 6,73 | 0,51 | 13,6 | 23,3 | 12,9 | 9,1 | 30,4 | 11,2 | 13,1 | 3,3 |

HH: Humina heredada; AF: Ácidos fúlvicos; AH: Ácidos húmicos; HIE: Humina de insolubilización extraíble; HI: Humina de insolubilización no extraíble.

Tabla 7 - Fraccionamiento de materia orgánica en suelos desarrollados bajo brezal.

Table 7 - Division of soil organic matter in soils developed under heath.

| | | <i>C libre</i> | <i>HH</i> | <i>AF</i> | <i>AH</i> | <i>HIE</i> | <i>HI</i> |
|----------------|---|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| <i>C libre</i> | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | | | | | | |
| <i>HH</i> | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | .634** .008 16 | | | | | |
| <i>AF</i> | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | -.686** .003 16 | -.336** .203 16 | | | | |
| <i>AH</i> | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | -.671** .004 16 | -.684 .003 16 | .568 .022 16 | | | |
| <i>HIE</i> | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | -.301 .257 16 | -.473 .064 16 | -.038 .890 16 | -.186 .491 16 | | |
| <i>HI</i> | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | -.487 .056 16 | -.398 .127 16 | -.076 .780 16 | .153 .572 16 | .179 .508 16 | |

** : La correlación es significativa al nivel 0.01.

HH: Humina heredada; AF: Ácidos fúlvicos; AH: Ácidos húmicos;

HIE: Humina de insolubilización extraíble; HI: Humina de insolubilización no extraíble.

Tabla 8 - Correlaciones entre las distintas fracciones de materia orgánica.

Table 8 - Correlations between different soils organic matter fractions.

tajes altos de humina heredada, tratándose por tanto de materia orgánica con un grado de evolución relativamente bajo.

CONCLUSIONES

En resumen, se observa que los grados de humificación son más altos y el humus se encuentra más evolucionado en la cuenca del río Lillas que en la cuenca del río Riaza, como consecuencia principalmente del mayor contraste estacional que se da en la primera. También se considera que la vegetación de los suelos en la

cuenca del río Lillas, formada por pastizales, melojares, o melojares de reciente degradación favorece los procesos de humificación.

En algunos casos el grado de humificación no se corresponde con el que indican las relaciones C/N. El aprovechamiento de toda la zona para uso ganadero puede producir incrementos en los porcentajes de nitrógeno que dan valores de la relación C/N más bajos de los que deberían obtenerse en suelos con una humificación deficiente. Parece más correcto realizar el estudio del grado de humificación a partir del fraccionamiento de materia orgánica que de la relación C/N.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBAREDA, J.M. & ASENSIO AMOR, J. 1945. Anales de Edafología y Fisiología vegetal. Madrid IV: 66-132.
- ALMENDROS, G., POLO, A. & IBÁÑEZ, J.J. 1979. Evolución de la materia orgánica en diversos hayedos y robledales del macizo de Ayllón. Boletín de la Estación Central de Ecología. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Vol. 8, N.º 15.
- ALMENDROS, G., IBÁÑEZ, J.J. & POLO, A. 1982. Contribución al estudio del subsistema edáfico en los ecosistemas climáticos del Sistema Central (España). Rev. Écol. Biol. Sol, 19(2): 150-162.

- ALMENDROS, G., GUADALIX, M.E., GONZÁLEZ-VILA, F.J. & MARTIN, F. 1996. Preservation of aliphatic macromolecules in soil humins. *Org. Geochem.* 24, No 6/7: 651-659.
- BARBA CARRETERO, A.M., HERNANDO MASSANET, M.I., HERNANDO COSTA, J. & BARBA SOLANA, C. 1995. Caolinita en suelos ácidos. Degradación y conservación de suelos. Ed. Dpto. Edafología UCM: 81-89.
- CLAVER ALIOD, M. 1947. *Anales de Edafología y Fisiología vegetal*. Madrid VI, 5.
- DE LA CRUZ, M.T. 1984. Influencia de la vegetación en las propiedades de los horizontes superficiales de suelos. Tesis doctoral. Dpto. Edafología. Facultad de Farmacia. UCM.
- ESPEJO SERRANO, R., GUERRERO LÓPEZ, F. & SAA REQUEJO, A. 1988. Caracterización de un podsol ferro-húmico en el puerto de la Quesera. *Anales de Edafología y Agrobiología Tomo XLVII*. Núm. 3-4, pág. 609-621.
- FAO. 1998. Mapa mundial de suelos FAO-UNESCO.
- GUERRA *et al.* 1976. Mapa de suelos de España.
- HERNANDO MASSANET, I., HERNANDO COSTA, J. & BARBA CARRETERO, A. 1996. Estudio de los horizontes organo minerales en suelos de montaña. Tomo extraordinario del 125 aniversario de la Real Sdad. Esp. de la Hª Natural: 372-376.
- HOYOS DE CASTRO, A. & GONZÁLEZ PARRA, J. 1969. Estudio genético de algunos suelos de la Sierra de Guadarrama. *Anales de Edafología y Agrobiología XXVIII*. pp. 631-641.
- HOYOS DE CASTRO, A., CUCHI, C., HERNANDO, J. & PALOMAR, M.L. 1980. Influencia de la vegetación y la topografía en la evolución de los suelos II. Génesis de arcillas. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 39: 1143-1160.
- IBÁÑEZ, J.J., DE ALBA, S., LÓPEZ-LAFUENTE, A. & SALDAÑA A. 1992. La diversidad de los suelos en las áreas de montaña bajo clima mediterráneo. III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Libro de Comunicaciones: 508-513.
- ISRIC. 1993. Procedures for soil analysis. 4ª Ed. International Soil Reference and Information Center. Wageningen. The Netherlands.
- KODAMA, H., SCHNITZER, M. & JAAKKIMAINEN, M. 1983. Chlorite and biotite weathering by fulvic acid solutions in closed and open systems. *Can. J. Soil Science* 63: 619-629.
- RICE, MACCARTHY. 1988. Comments on the literature of the humin fraction of humus. *Geoderma* 43: 65-73.
- RIEDEL, W. 1973. Bodengeographie des kastilischen und portugiesischen Hauptscheidegebirges. *Mitteilungen der geographischen Gesellschaft*. Hamburg, 161 pp.
- SCHNITZER, M. & KODAMA, H. 1976. The dissolution of micas by fulvic acid. *Geoderma*, 15: 381-391.
- TAN, K.H., 1980. The release of silicon, aluminium and potassium during decomposition of soil minerals by humic acid. *Soil Sci* 129: 5-11.
- TOUTAIN, F. 1981. Les humus forestiers, structures et modes du fractionnement. *Revue Forestière Française*. Nancy.
- VELASCO DE PEDRO, F. & LOZANO CALLE, J.M. 1972. *Anales de Edafología y Agrobiología*. Madrid, XXXI, 347.
- WALKLEY, A. & BLACK, I.A. 1974. A critical examination of rapid method for determining organic carbon in soils. *Soil Science* 63: 251-254.