

## CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE CINCO COMUNIDADES PASCÍCOLAS EN LOS PUERTOS DE AISA Y ORDESA (PIRINEO CENTRAL)

D. BADÍA VILLAS<sup>1</sup>, B. LALUEZA BUETAS<sup>1</sup>, L. VADILLO VADILLO<sup>1</sup>,  
C. MARTÍ-DALMAU<sup>1</sup> Y R. GARCÍA-GONZÁLEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Politécnica Superior de Huesca, Crtra. Cuarte s/n. 22071-HUESCA

<sup>2</sup>Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, Apdo. Correos 64, 22700-JACA

### RESUMEN

Se caracterizan los suelos de cinco comunidades de pastos en los puertos de Aisa y Ordesa (Pirineo Central, Altoaragón): *Mesobromion erecti*, *Nardion strictae*, *Festucion eskiae*, *Festucion gautieri* y *Primulion intricatae*. Se muestrea el suelo en cada comunidad vegetal y localidad, superficialmente (0-20 cm) y por sextuplicado, analizándose sus propiedades físicas y químicas. Los pastos del *Nardion strictae* y *Festucion eskiae* se desarrollan sobre suelos de textura franco arcillosa, con niveles de materia orgánica y capacidad de almacenamiento de agua del perfil edáfico entre moderados y altos, fuertemente ácidos y desaturados en bases. Los suelos del *Mesobromion erecti* y *Primulion intricatae* presentan similares características salvo en el pH y la saturación de bases para las cuales mantienen una gran heterogeneidad local. En cambio, los pastos de *Festucion gautieri* se desarrollan en suelos de escasa profundidad y elevada pedregosidad, por lo que poseen muy baja capacidad de retención de agua; además poseen textura franca, reacción neutra o básica, alta saturación de bases y menor riqueza en materia orgánica y algunos nutrientes.

**Palabras clave:** pastos supraforestales vs. propiedades edáficas, Altoaragón.

### INTRODUCCIÓN

Más de la mitad de la superficie de las zonas de montaña pirenaica está dedicada a los pastos, constituyéndose en la base de la economía local, tanto por su clásico aprovechamiento ganadero como por su recientemente valorado impacto paisajístico (M<sup>o</sup> Agricultura, 1974; Montserrat y Fillat, 1990; Piekowski *et al.*, 1996). Dentro de los pastos se pueden distinguir más de cien comunidades vegetales (asociaciones fitosociológicas) que reflejan la abundancia de hábitats y albergan una notable diversidad (Braun-Blanquet, 1948; Rivas-Martínez *et al.*, 1991). Uno de los factores que influye en la distribución de pastos y otras comunidades vegetales es el suelo. Diversos autores han abordado estudios sobre la relación suelo-pasto en el Pirineo Central, desde el valle de Benasque, Ribagorza (Broca, 1993) al valle de Tena, Serrablo (Ferrer, 1981). Este trabajo pretende complementar los anteriores, centrándose en los puertos de los valles de Aisa (Jacetania) y Ordesa (Sobrarbe).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

Se caracterizan, en dos localidades diferentes (Aisa y Ordesa), los suelos de cinco comunidades pascícolas, correspondientes a las alianzas fitosociológicas siguientes: *Mesobromion erecti* (Me), *Nardion strictae* (Na), *Festucion eskiae* (Fe), *Festucion gautieri* (Fg) y *Primulion intricatae* (Pr). Más información sobre las características florísticas de las parcelas puede encontrarse en publicaciones previas (Remón y Gómez, 1989; Villar y Benito, 1994; García-González *et al.*, 1991; García-González *et al.*, 1997; Aldezabal, 2001).

Los cinco tipos de pastos se disponen entre 1800 y 2300 metros de altitud. De menor a mayor altitud, la precipitación anual media varía entre 1600 y 2100 mm y la temperatura anual media varía entre 10° y 3°C (García-González *et al.*, 1991; Aldezabal, 2001), condiciones que hacen fluctuar el periodo vegetativo de 150 a 80 días (García-González *et al.*, 1997; Aldezabal, 2001). Con estas condiciones climáticas, el régimen de humedad del suelo se considera údico y el de temperatura cryico.

El material parental de los suelos está constituido por lutitas, con cierta proporción de areniscas, del Cretácico y del Eoceno, generalmente pre-edaforizadas y coluvionadas; la excepción la constituyen los pastos del *Festucion gautieri*, desarrollados sobre calizas paleocénicas dispuestas *in situ* (IGME, 1982).

### Diseño experimental y metodología

Las 10 zonas seleccionadas, tras una detallada caracterización de un perfil tipo en cada una de ellas (datos no presentados), se muestrearon superficialmente (0-20 cm), realizando seis sondeos (réplicas) por tipo de pasto (5) y localidad (2). Paralelamente se obtuvieron muestras superficiales inalteradas con un cilindro metálico de volumen conocido para la determinación de la densidad aparente y la porosidad. Se considera que este muestreo superficial caracteriza el volumen explorado por los sistemas radiculares de las principales especies pascícolas (Saña *et al.*, 1996). Se determinaron las principales características físicas y químicas, siguiendo la metodología oficial, detallada en trabajos previos (Badía y Martí, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En referencia a las propiedades físicas (Tabla 1), destaca la baja densidad real y, especialmente, la muy baja densidad aparente, carácter propio de suelos de prados permanentes o pastos, ricos en materia orgánica (Saña *et al.*, 1996). En consecuencia, la porosidad es elevada, correlacionándose significativa y positivamente con la materia orgánica ( $r=0,50$ ;  $p<0,01$ ) y negativamente con la pedregosidad ( $r=0,28$ ;  $p<0,05$ ). Con estos precedentes, se evidencia como *Festucion gautieri* presenta los valores de densidad (real y aparente) más altos que el resto de comunidades mientras los de porosidad son los más bajos.

La pedregosidad en esta comunidad es significativamente mayor al resto, lo que, con su escasa e irregular profundidad, puede condicionar la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Para contrastarlo, se ha calculado la CRAD o capacidad de retención de agua disponible (en mm/1,5 m), obteniéndose los siguientes rangos de valores por comunidad (Fig. 1).

Se evidencia como el *Festucion gautieri* posee una CRAD calificable de muy baja para el régimen hídrico de la zona (USDA, 1980), lo que en parte podría explicar su escasa productividad primaria (alrededor de unos 100 g/m<sup>2</sup> y año). Canals *et al.* (1995) remarcan también este hecho en el Valle del Noguera-Ribagorzana.

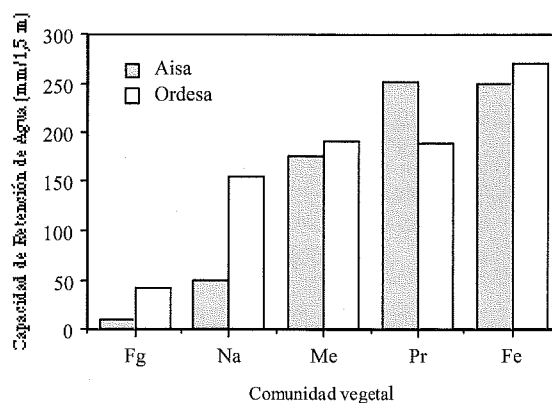
**Tabla 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos (0-20 cm superficiales) de pastos en Aisa y Ordesa (Altoaragón)**

Vegetación	Me	Me	Na	Na	Fe	Fe	Fg	Fg	Pr	Pr
Localidad	Aisa	Ordesa	Aisa	Ordesa	Aisa	Ordesa	Aisa	Ordesa	Aisa	Ordesa
Pedregosidad (g/kg)	90,2c	53,3c	32,8c	50,3c	233,6b	77,3c	401,0a	699,1a	19,3c	77,6c
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0,85b	0,51c	0,52c	0,56c	0,92b	0,66c	1,13a	1,19a	0,60c	0,69c
Densidad real, g/cm <sup>3</sup>	1,72c	1,94b	1,49c	1,67c	2,01b	1,75c	2,08ab	2,53a	1,73c	1,73c
Porosidad (% v/v)	50,6c	73,7a	65,1a	66,5a	53,5c	62,3ab	45,7c	52,9c	65,3a	60,1b
Carbonatos (g/kg)	0	0	0	0	0	0	31,3	trazas	0	0
pH (H <sub>2</sub> O) 1:2,5	5,5c	6,6b	5,0d	5,0d	6,1b	4,1e	7,8a	7,0a	6,2b	5,6c
pH (KCl) 1:2,5	4,6c	5,5b	4,1d	3,9d	4,8c	3,7d	6,9a	6,1a	5,0c	5,0c
Materia orgánica (g/kg)	67,7b	119,1a	125,2a	112,4a	36,3c	77,8b	38,6c	21,1c	138,5a	97,9a
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/kg)	1,0b	6,8a	2,2b	7,2a	1,1b	8,7a	1,5b	1,7b	4,7a	2,3b
P-Olsen (mg/kg)	7,7a	9,8a	5,3b	7,3a	3,7c	5,5b	3,0c	3,2c	6,0b	4,7b
K <sup>+</sup> cambiante (cmol/kg)	0,57a	0,35b	0,38b	0,37b	0,53a	0,24c	0,35b	0,28bc	0,30bc	0,18c
Ca <sup>++</sup> camb. (cmol/kg)	4,40b	14,82a	3,20b	2,54bc	3,18b	0,88c	15,52a	6,18b	13,98a	4,78b
Mg <sup>++</sup> camb. (cmol/kg)	0,96b	1,04b	0,90b	0,72bc	0,62c	0,52c	0,56c	0,58c	1,72a	0,90b
Σ cationes (cmol/kg)	5,93b	16,27a	4,48b	3,63b	4,33b	1,64c	16,43a	7,04b	16,0a	5,86b

\*Abreviaturas: Me, *Mesobromion erecti*; Na, *Nardion strictae*; Fe, *Festucion eskiae*; Fg, *Festucion gautieri*; Pr, *Primulion intricatae*.

Letras distintas dentro de cada línea (parámetro) indica que existen diferencias estadísticamente significativas (p<0.01; test LSD) entre las medias (n=6).

**Figura 1. Capacidad de retención de agua (mm/1,5 m) de los perfiles edáficos de los pastos de Aisa y Ordesa.**



Respecto a las propiedades químicas, destaca la presencia, aunque muy reducida, de carbonatos en los suelos de *Festucion gautieri*, lo que explica que la reacción de los mismos sea neutra en Ordesa y ligeramente básica en Aisa. En el resto de suelos no se detectan carbonatos en superficie y la reacción es ácida, especialmente para *Nardion strictae* (y *Festucion eskiae* de Ordesa), como ya se constató en otros puntos del Pirineo Central (Badía y Martí, 1999; Broca, 1993; Canals *et al.*, 1995). La acidez es más heterogénea según la localidad para el *Mesobromion erecti* y *Primulion intricatae*. Existe una positiva y significativa correlación ( $r=0,97$ ;  $p<0,01$ ) entre el pH actual (H<sub>2</sub>O) y el potencial (KCl); su diferencia se correlaciona con el porcentaje de saturación de bases, para suelos no carbonatados ( $r=0,56$ ;  $p<0,01$ ).

La materia orgánica es significativamente menor en la comunidad del *Festucion gautieri*, que en el resto de suelos. Los rangos obtenidos para cada comunidad, transformados los porcentajes en peso a toneladas por hectárea (para una profundidad de 20 cm), son:

Fg (15-44) < Fe (53-95) < Me (105-115) < Na (120-126) ≤ Pr (125-163), en t/ha

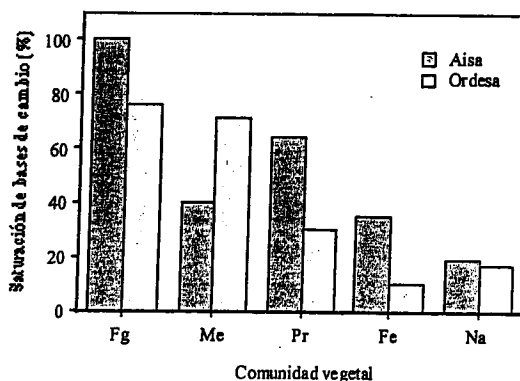
De los datos de los perfiles (datos no presentados) se ha contrastado como la capacidad de intercambio catiónico de estos suelos está fundamentalmente influenciada por la cantidad de materia orgánica, quedando la arcilla granulométrica en un segundo plano, tal y como demuestran las siguientes regresiones (n=23):

$$\begin{aligned} \text{CIC (meq/100g)} &= 1,253(\% \text{MO}) + 7,812 & r &= 0,917 \text{ p} < 0,0001 \\ \text{CIC (meq/100g)} &= 0,453(\% \text{Arcilla}) - 0,113 & r &= 0,580 \text{ p} = 0,0037 \\ \text{CIC (meq/100g)} &= 1,087(\% \text{MO}) + 0,261(\% \text{Arcilla}) & r &= 0,989 \text{ p} < 0,0001 \end{aligned}$$

Es destacable que la materia orgánica, a pesar de ser cuantitativamente muy importante, presenta una capacidad de cambio relativamente baja, con unos 108,7 cmol/kg; por otro lado, las arcillas con 26,1 cmol/kg, deben tratarse de arcillas ilíticas.

Para evaluar el contenido global de las bases de cambio (calcio, magnesio y potasio) se ha estimado la saturación de basés, previa obtención de la CIC mediante la primera ecuación citada anteriormente y considerando que el contenido en sodio es despreciable (Broca, 1993; Badía y Martí, 1999). La saturación de bases (Fig. 2) es mayor en suelos del *Festucion gautieri*, intermedia en *Mesobromion erecti* y *Primulion intricatae* y muy baja en *Nardion strictae* y *Festucion eskiae*. Broca (1992), en el valle de Benasque, concluye que los suelos de diversas asociaciones de las alianzas *Nardion strictae* y *Festucion eskiae* son fuertemente ácidos y desaturados en bases, a diferencia de *Mesobromion erecti*, donde son ligeramente ácidos y moderadamente saturados en bases mientras que en *Festucion gautieri* son ligeramente básicos y totalmente saturados en bases. De forma similar, se remarca el carácter acidófilo de *Nardion strictae* y *Festucion eskia* y el basófilo de *Festucion gautieri* en el Pre-pirineo y Pirineo catalán (Sebastià, 1991; Canals *et al.*, 1995).

Figura 2. Saturación de bases de cambio (%) estimada para los horizontes edáficos superficiales de los pastos de Aisa y Ordesa.



El contenido en nutrientes principales es bajo en los suelos de la comunidad *Festucion gautieri*, especialmente en lo que hace referencia al fósforo asimilable y los nitratos. Dada la alta variabilidad espacio-temporal de los mismos, así como la escasa aportación exógena de nutrientes, cabe esperar que la materia orgánica pueda ser un buen indicador de la fertilidad de los suelos. En este sentido, se ha obtenido una positiva y significativa ( $p < 0,01$ ) correlación entre materia orgánica y: nitratos ( $r = 0,51$ ), fósforo asimilable ( $r = 0,62$ ) y magnesio ( $r = 0,49$ ). El calcio muestra también una correlación positiva pero con menor grado de significatividad ( $r = 0,26$ ;  $p < 0,05$ ) dado el aporte del mismo desde el material original (Ferrer, 1981). Correlaciones similares han sido observadas en trabajos previos (Badía y Martí, 1999; Martí y Badía, 1995; Sebastià, 1991; Ferrer, 1991); la

excepción la establece el potasio, que no muestra una correlación significativa con la materia orgánica humificada. Esta falta de relación puede deberse a aportes puntuales de orina, rica en potasio, por parte del ganado (Basher y Lynn, 1996; Haynes y Williams, 1993).

## CONCLUSIONES

El análisis de los suelos de los pastos de Aisa y Ordesa muestra:

1. Que los suelos de las comunidades del *Nardion strictae* y *Festucion eskia* presentan horizontes edáficos superficiales, de textura franco-arcillosa, con una reacción fuertemente ácida y desaturados en bases. La materia orgánica y la capacidad de retención de agua del perfil edáfico son entre moderados y altos.

2. Que *Mesobromion erecti* y *Primulion intricatae* se desarrollan, como el grupo anterior, sobre suelos de texturas finas, con moderada o alta capacidad de retención de agua del perfil edáfico y altos niveles de materia orgánica; sin embargo, mantienen una gran heterogeneidad local en parámetros como la porosidad, el pH, la saturación de bases o los nutrientes disponibles.

3. Que los pastos de *Festucion gautieri* crecen sobre suelos de características significativamente distintas al resto, ocupando suelos con escasa e irregular profundidad, elevada pedregosidad, muy baja capacidad de retención de agua, textura franca, reacción neutra o básica, alta saturación de bases y bajo contenido en materia orgánica.

4. De las relaciones entre parámetros, destaca la significativa y positiva correlación de la materia orgánica con la porosidad, la capacidad de intercambio catiónico y diversos nutrientes asimilables, especialmente los nitratos, fosfatos y magnesio intercambiable.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha contado con la financiación del Proyecto AMB97-0990 (Valoración de pastos permanentes), del Plan Nacional de I+D. Agradecemos sinceramente la colaboración de Daniel Gómez, Ana Marinas y Kevin Hackett, en cada una de sus respectivas especialidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza. (España).
- ASCASO, J., 1992. *Estudio fitocenológico y valoración de los pastos de puerto del valle de Benasque (Pirineo oscense)*. Tesis Doctoral, 409 pp. Fac. de Veterinaria. Univ. de Zaragoza.
- BADÍA, D.; MARTÍ, C., 1999. *Suelos del Pirineo Central: Fragen*. INIA-CPN-IEA. Huesca. (España).
- BASHER, L.R.; LYNN, I.H., 1996. Soil changes associated with cessation of sheep grazing in the Canterbury High Country, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, **20**, 179-189.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1948. *La Végétation Alpine des Pyrénées Orientales*. Monografía Estación Estudios Pirenaicos . Jaca. (España).
- BRIDGES, E.M.; BATJES, N.H.; NACHTERGAELE, F.O., 1998. *Atlas of World Reference Base for soil resource*. Acco ed. Leuven.
- BROCA, A., 1993. *Caracterización química y fisico-química de suelos de pastos del Pirineo Aragonés (Valle de Benasque)*. Tesis Doctoral. 389 pp Fac. de Veterinaria. Univ. de Zaragoza.
- CANALS, R.M., IZQUIERDO, J., BLANCO, R., OLARRIETA, J., SEBASTIÀ, M.T., 1995. Influencia de los factores edafo-climáticos en la estructura horizontal de algunos pastos alpinos pirenaicos. XXXV Reunión Científica de la SEEP, pp. 31-35. Tenerife. (España).
- FERRER, C., 1981. *Estudio geológico, edáfico, y fitoecológico de pastos del valle de Tena (Huesca)*. Inst. Fernando El Católico. Zaragoza. (España).

- GARCÍA-GONZÁLEZ, R., GÓMEZ, D., REMON, J.L., 1991. Structural changes in supraforestal pastures due to current annual growth and grazing in the Western Pyrenees (Spain). *IV th Int Rangeland Congress*. pp. 122-126. Montpellier. (Francia).
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; ALDEAZABAL, A., 1997. Relationships between supraforestal pasture diversity and ungulate trophic ecology in the Pyrenees. *36 th Symp I.A.V.S.* p. 93-100. Universidad de La Laguna. Tenerife. (España).
- HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H., 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy*, **49**, 119-199.
- IGME, 1982. *Mapa geológico de España*. Hoja 178. Ministerio de Industria y Energía. 60 pp.+ mapa. Madrid.
- MARTÍ, C.; BADÍA, D., 1995. Characterization and classification of soils along two altitudinal transects in the Eastern Pyrenees (Spain). *ASRR*, **9**, 367-383.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1974. *Mapa de Cultivos y aprovechamientos*. E. 1:50.000. Hojas: 118, 144 a 148 y 176 a 180. Madrid. (España)
- MONTERRAT, P.; FILLAT, F., 1990. The systems of grassland management in Spain. In: *Managed grasslands*, pp. 37-70. A. Breymer (ed.). Elsevier. Amsterdam. (Países Bajos).
- PIEKOWSKI, M.W.; BIGNAL, E.M.; GALBRAITH, C.A.; STILLMAN, R.A.; BOOBYER, M.G., 1996. A simplified classification of land type zones to assist the integration of biodiversity objectives in land-use policies. *Biol. Conserv.*, **75**, 11-25.
- QUÉMÉNER, J., 1985. L'interpretacion des analyses. *Cultivar*, **22**, 107-117.
- REMÓN, J.L.; GÓMEZ, D., 1989. Plant communities and its altitudinal distribution in the Aisa's summer range (Central Pyrenees). *Acta Biologica Montana*, **9**, 283-290.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1991. Vegetación del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobotanica*, **5**, 189-201.
- SAÑA, J.; MORÉ, J.C.; COHÍ, A., 1996. *La gestión de la fertilidad de los suelos*. MAPA. Madrid. (España).
- SEBASTIÀ, M.T., 1991. *Els prats alpins prepirinencs i els factors ambientals*. 351 pp. Tesis Doctoral. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.
- USDA, 1980. *National Soils Handbook*. Washington. (USA).
- VILLAR, L.; BENITO, J.L., 1994. Esquema de la vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, más su zona periférica. *Lucas Mallada*, **6**, 235-273.

## SOIL CHARACTERIZATION OF FIVE GRASSLAND COMMUNITIES IN AISA AND ORDESA UPLANDS (CENTRAL PYRENEES)

### SUMMARY

The soils of five grassland communities in Aisa and Ordesa uplands (Central Pyrenees) were studied: *Mesobromion erecti*, *Nardion strictae*, *Festucion eskiae*, *Festucion gautieri* and *Primulion intricatae*. A topsoil sample (0-20 cm) was taken and its physical and chemical properties in each plant community and valley were analyzed (6-replicates). The soils of *Nardion strictae* and *Festucion eskiae* communities were clay loam textured, with high levels of organic matter and water retaining capacity, strongly acidic and desaturated. The soils of *Mesobromion erecti* and *Primulion intricatae* communities showed similar characteristics with the exception of the pH and saturation degree, spatially variable. On the other hand, *Festucion gautieri* grasslands were developed on stony and shallow soils, causing its extremely low water retaining capacity. Moreover this community showed a loamy texture, basic pH, high base saturation and lower organic matter and phosphorus content than the other communities.

**Key words:** supraforestal grasslands, soil properties, Altoaragón.