



CAPÍTULO INTRODUCTORIO

MULTIFUNCIONALIDAD DE LOS PASTOS HERBÁCEOS DE MONTAÑA: HACIA UNA INTERPRETACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE LOS SISTEMAS PASTORALES DEL PIRINEO ARAGONÉS

D. GÓMEZ-GARCÍA, R. GARCÍA-GONZÁLEZ, F. FILLAT

*Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Avda. Rgto. Galicia s/n, 22700 Jaca (Huesca).
dgomez@ipe.csic.es*

RESUMEN

Se revisan los estudios de los sistemas pastorales del Pirineo de Aragón realizados en el Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC) durante los últimos 50 años. Dichos estudios persiguen desde su inicio una aproximación multidisciplinar con especial énfasis en aspectos ecológicos y en la historia de la utilización pastoral de la montaña y con aproximaciones desde la escala de especie a la de paisaje. Se han realizado estudios detallados de la distribución espacial de los pastos herbáceos, su composición florística, producción, biomasa y calidad nutritiva. En cuanto a los herbívoros, se ha indagado en la selección de dieta y patrones espaciales y temporales de utilización.

Palabras clave: factores ecológicos, pastos herbáceos de montaña, historia de la utilización.

INTRODUCCIÓN

Los pastos están vinculados estrechamente a las montañas en nuestras latitudes y es allí donde probablemente sus ecosistemas muestran una mayor complejidad (Vare *et al.*, 2003). Ello, a pesar de que la coevolución del sistema pasto-herbívoro desarrolló sus pasos más señalados en ambientes de sabana y, aún hoy, muchas concentraciones de grandes herbívoros en el planeta ocurren en territorios llanos y están asociadas a un aprovechamiento estacional más relacionado con el régimen de lluvias que con los gradientes asociados a la topografía (McNaughton, 1979a y b, 1985).

En las montañas de nuestras latitudes los pastos debieron ocupar superficies muy reducidas en los últimos milenios, dispersos aquí y allá entre los bosques dominantes, o bien, formando una vegetación muy rala, bajo las cumbres cubiertas aun por glaciares y neveros casi permanentes. No obstante, los restos fósiles testifican la presencia

de grandes y pequeños herbívoros salvajes durante las últimas decenas de miles de años (Bahn, 1983), y por tanto, cabe suponer la existencia de pastos precursores de los actuales, aunque con vegetación y paisaje bien diferentes. En cualquier caso, hasta hace apenas mil años, ni el Pirineo ni otras cordilleras del “arco alpino” constituyeron un entorno adecuado para la expansión de una ganadería prepotente que, a partir de entonces, iba a transfigurar su paisaje, propiciando la extensión de los pastos y relegando los bosques a enclaves reducidos (Montserrat Martí, 1992).

El estudio de las montañas implica pues, en gran medida, el de su utilización pastoral y fue la constatación de esa influencia, lo que impulsó a Pedro Montserrat en los años 50 del pasado siglo a acometer el estudio de los pastos, a instancias de Gaspar González y de Manuel Ocaña, siendo los tres investigadores quienes fundaron la SEEP. Esos primeros trabajos recogen ya una marcada visión ecológica, pionera en nuestro país, y una aproximación metodológica vinculada a la botánica en la descripción de los pastos de distintas montañas del norte peninsular y, más en concreto, del Pirineo (Montserrat, 1956, 1961 y 1964). En las siguientes décadas continuaron las aportaciones del propio autor, luego ya en compañía de sus primeros discípulos (Montserrat y Villar, 1974; Montserrat y Fillat, 1979), aunque con datos experimentales muy limitados debido a las circunstancias de la época. Durante los siguientes años, la incorporación de nuevos investigadores permitió añadir otros enfoques (García-González y Montserrat, 1986; Gómez *et al.*, 1983) y conformar un reducido grupo de “ecología de pastos” en el Instituto Pirenaico de Ecología (IPE), para afrontar el estudio del Pirineo desde distintas disciplinas científicas, principalmente de los Valles occidentales de Ansó, Hecho y Aisa, el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y el Valle de Gistaín y coincidiendo con aproximaciones similares en otros valles (Ferrer, 1981). En el análisis de territorios pastorales extensos, resultó imprescindible integrar la actividad humana y su historia que habían sido abordadas por García Ruiz (1976), Balcells (1980) y Fillat (1981). Seguimos hoy en esa aproximación multidisciplinar que abarca los factores abióticos, la estructura y dinámica vegetal, el comportamiento de los herbívoros, la historia de pastoreo y la cultura ganadera (Figura 1). Ya en fechas muy recientes, hemos tratado de elaborar una primera síntesis del ecosistema pastoral en el Pirineo de Aragón (Fillat *et al.*, 2008) y de indagar en aspectos más relacionados con la fragmentación y la organización espacial de los pastos para comprender mejor sus funciones y diagnosticar su estado de conservación (Alados *et al.*, 2007). Una buena parte de nuestros estudios se han basado en el conocimiento detallado de la flora pirenaica, plasmada en el Herbario JACA y en numerosos trabajos de vegetación de ámbito más o menos local (bibliografía recogida en Villar *et al.*, 1997-2001 y en Gómez García *et al.*, 2005).

Dedicamos esta ponencia a realizar un breve recorrido por esos ya más de cincuenta años de estudios de los pastos desde el Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), con mención especial a los relacionados con su interés ecológico y sólo haremos una reflexión final sobre los valores culturales adaptativos. Dejamos a un lado el tercer soporte de la multifuncionalidad relacionado con el interés económico y que atañe a la estructuración de las explotaciones y a las salidas al mercado. Estos aspectos son objeto de estudio en las ramas de economía agraria y producción animal y cuentan en nuestra región con líneas de investigación de larga tradición (Manrique, 1976; Revilla, 1987; Asensio y Casasús, 2004; Bernués *et al.*, 2007, sólo por citar algunos referentes). Algunas de las aproximaciones de las que damos cuenta fueron realizadas ya con anterioridad en el Pirineo de Francia (por ejemplo, Tosca, 1986) y han sido también

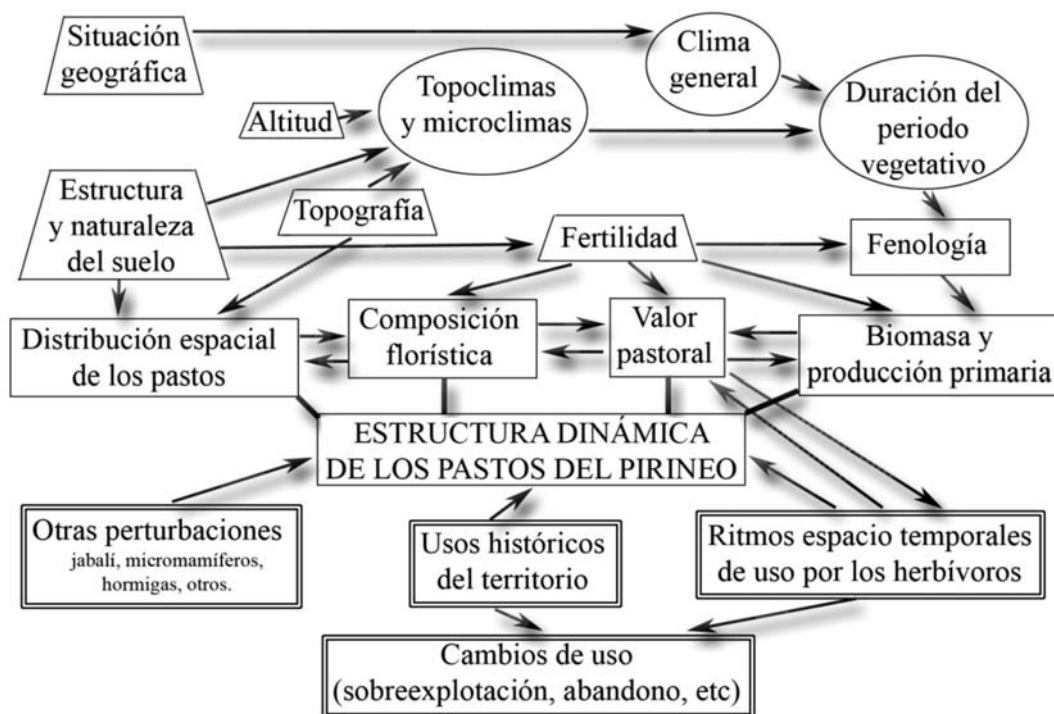


Figura 1. Esquema de las principales relaciones ecológicas en los ecosistemas pastorales de la montaña pirenaica (adaptado de Gómez García, 2008a).

abordadas en fechas más recientes en el Pirineo catalán y navarro (Canals y Sebastiá, 2000a y b; García-Pausas *et al.*, 2007), pero nos ceñiremos, sobre todo en las citas bibliográficas, a nuestros propios trabajos, porque pretendemos con esta ponencia realizar sobre todo una reflexión sobre lo hecho, lo que queda por hacer y las rutas más apropiadas para abordar la tarea.

Precisamos, en primer lugar, que los pastos a los que nos referimos en este trabajo y que han sido objeto central de nuestro estudio, son los herbáceos que dominan en las montañas del Norte peninsular, y son la “hierba que el ganado come allá donde se cría”; lo que en el “nomenclátor” (Ferrer *et al.*, 2001) se denomina “pasto de puerto”. Incluimos también los “prados” del piso montano que complementan los sistemas de explotación en la mayoría de los valles pirenaicos (Chocarro, 1992; Fillat, 1994).

ALGUNOS CONCEPTOS PRELIMINARES

En relación con el origen de los pastos herbáceos en el Pirineo, hay que resaltar dos aspectos que a veces se ignoran cuando se analiza su gestión y conservación. Por un lado, el potencial pecuario de la montaña no es en gran medida natural, sino fruto de la intervención humana y busca el beneficio del escalonamiento estacional que acontece entre fondos de valle y cumbres, lo que puede denominarse una “onda fenológica” (García-González *et al.*, 1990) que permite un prolongada temporada de pastoreo, de Mayo a Octubre, en contraste con un periodo vegetativo fugaz en las zonas más elevadas.

Por otra parte, desde una perspectiva ecológica, la extensión del pasto a expensas del bosque (promovido para su consumo por su capacidad de “exportación”), supone un incremento de la relación producción/biomasa, cuyo mantenimiento precisa un aporte externo de fertilidad (que redundará en el aumento de la productividad) y una intensificación de muchos procesos ecológicos y de sus ritmos (Montserrat, 1964; Margalef, 1977), a su vez influidos por herbívoros, clima y topografía. Desde este prisma, puede entenderse la acción humana (fuego y pastoreo), como una “domesticación” de la montaña que requiere la regresión de la vegetación original. En sentido contrario, cabe interpretar los procesos ligados al actual abandono, al menos en ciertos enclaves, como un retorno –sucesión progresiva– hacia un punto de partida.

EL CONCEPTO DE LA MULTIFUNCIONALIDAD

No es hasta hace unas pocas décadas cuando, tras perder ímpetu las ideas que habían sustentado el desarrollo agrícola del último siglo, surge un nuevo marco que exige, en primer término, considerar la calidad y seguridad de las producciones, en armonía con el medioambiente, los valores sociales y culturales, y el desarrollo rural. Este nuevo paradigma, político en primer término, da origen al concepto de multifuncionalidad, extendido a partir de la Conferencia de Río (United Nations, 1992), que se traslada de manera inmediata a la investigación científica y ha dado ya lugar a una abundante producción en el ámbito de los pastos, imposible de detallar aquí (pero véase por ejemplo: Hervieu, 2002). Cabe recordar la temprana aportación de Montserrat (1961) con el término “agrobiosistema”, que incluye la penetración humana en el ecosistema pastoral (entendido éste como una aproximación funcional del sistema productores-consumidores-simplificadores) y lleva implícito el concepto de multidependencia y multifuncionalidad en los sistemas pastorales de montaña.

Parece ya innecesario abundar en el múltiple interés socioeconómico, ecológico y cultural que constituye la base del concepto de sostenibilidad y es el motivo central de este volumen y que, a juzgar por discursos y declaraciones públicas, es conocido y compartido por líderes políticos y responsables de la gestión y la administración. Pero esa concienciación adolece a veces de auténtica fe y la “multifuncionalidad” se menciona cuando hay serios déficits en la rentabilidad y en la capacidad emprendedora de la economía rural. Además, esa visión de la ganadería se traslada a duras penas a la gestión del territorio, incluso a la de aquéllos amparados por figuras de protección.

En la investigación de nuestro país, la multidisciplinariedad, indispensable para acometer esta reciente visión de los pastos, todavía es incipiente y aún prevalecen los estudios elaborados desde uno o pocos enfoques científicos. También en los estudios de vegetación y aún en los de la propia ecología, las aproximaciones sistémicas han escaseado hasta fechas bien recientes (Margalef, 1977; Terradas, 2001) porque, desde el academicismo más ortodoxo, se obviaba el papel de los herbívoros o, incluso se contemplaba con el recelo de constituir una rémora en el desarrollo “normal” de los procesos naturales y una amenaza para la conservación de suelos, especies y otros recursos, sobre todo los forestales. Esa visión afectó también a muchos gestores de nuestros montes y fue una seria traba para el mantenimiento de la ganadería en la época de las grandes repoblaciones en el Pirineo del pasado siglo.

CÓMO TIPIFICAR LOS PASTOS Y CÓMO ABORDAR SU ESTUDIO

La tipificación de los pastos se ha visto influida por diferentes percepciones, desarrolladas ya a comienzos del siglo pasado, respecto a la naturaleza de las comunidades vegetales. Éstas eran vistas desde los extremos, bien como un organismo capaz de reproducir sus componentes (visión organicista; Clements, 1916), o bien como una mera coincidencia espacial y temporal de un grupo de especies con similares requerimientos ambientales (visión individualista; Gleason, 1926). Esos enfoques han sido superados por la percepción de la comunidad vegetal como un conjunto de especies ensamblado por un “continuo” de relaciones independientes e interdependientes (Lortie, *et al.*, 2004). Esta interpretación más “multifactorial” que la adoptada por algunas escuelas botánicas clásicas, resulta muy apropiada para el estudio de los pastos, a la luz de la complejidad que subyace en su estructura y dinámica y que ya hace décadas fue vista como un sistema de interacciones “planta-medio físico-herbívoro-manejo humano” (Montserrat, 1964). Es evidente que este paradigma de comunidad, aplicado a los pastos, entraña mayor dificultad en su estudio e impone la revisión de algunos objetivos y métodos usados hasta la fecha.

Una controversia, en parte solapada a la que acabamos de mencionar, se ha dado en nuestro entorno con la interpretación de la vegetación desde la Fitosociología (Braun-Blanquet, 1979), cuyo sistema de estudio y clasificación de comunidades ha tenido también una amplia implantación en el estudio de los pastos en nuestro país (Rivas Goday y Rivas Martínez, 1963). No es este el lugar, ni atañe a los autores, defender la bondad del método, pero conviene recordar que esa aproximación está apoyada en miles de inventarios y cientos de mapas, muchas veces los únicos disponibles, que han sido, a su vez, la base de muchos estudios de pastos en el Pirineo.

Hasta que nuevos marcos teóricos y metodológicos permitan superar los sistemas de clasificación hoy disponibles y dispongamos de más información a otras escalas, hemos juzgado razonable aprovechar ese amplio bagaje, observando las comunidades fitosociológicas como abstracciones útiles en la distinción de los pastos, aún a sabiendas de que en la Naturaleza, cualquier delimitación constituye un artificio.

Tal vez la polémica comentada está ocasionando que algunos estudios detallados de estructura, producción, contenido químico o calidad nutritiva de los pastos, estén referidos a comunidades vegetales definidas de forma muy somera e insuficiente (a veces, por una sola especie generalista). Sobra decir que esa falta de referencias a algún sistema de clasificación, lastra el análisis comparativo de los resultados y su utilización en la generalización de patrones y elaboración de modelos.

Por lo demás, la escala de comunidad sólo es una de las múltiples con que los ecosistemas pastorales deben necesariamente ser abordados. El estudio de las especies que conforman las comunidades, sus poblaciones o los paisajes que configuran, constituyen otros tantos niveles de aproximación en el estudio, como se ha resumido en la Figura 2, no exentos de dificultad (sin ir más allá, el propio concepto de especie), pero imprescindibles en la interpretación del sistema en su conjunto.

CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS PASTOS Y SU FLORA

Los pastos de montaña (o de “puerto”) y los prados del Pirineo, se desarrollan entre los 900 y cerca de los 3000 m de altitud, en todo tipo de sustratos y, en general,

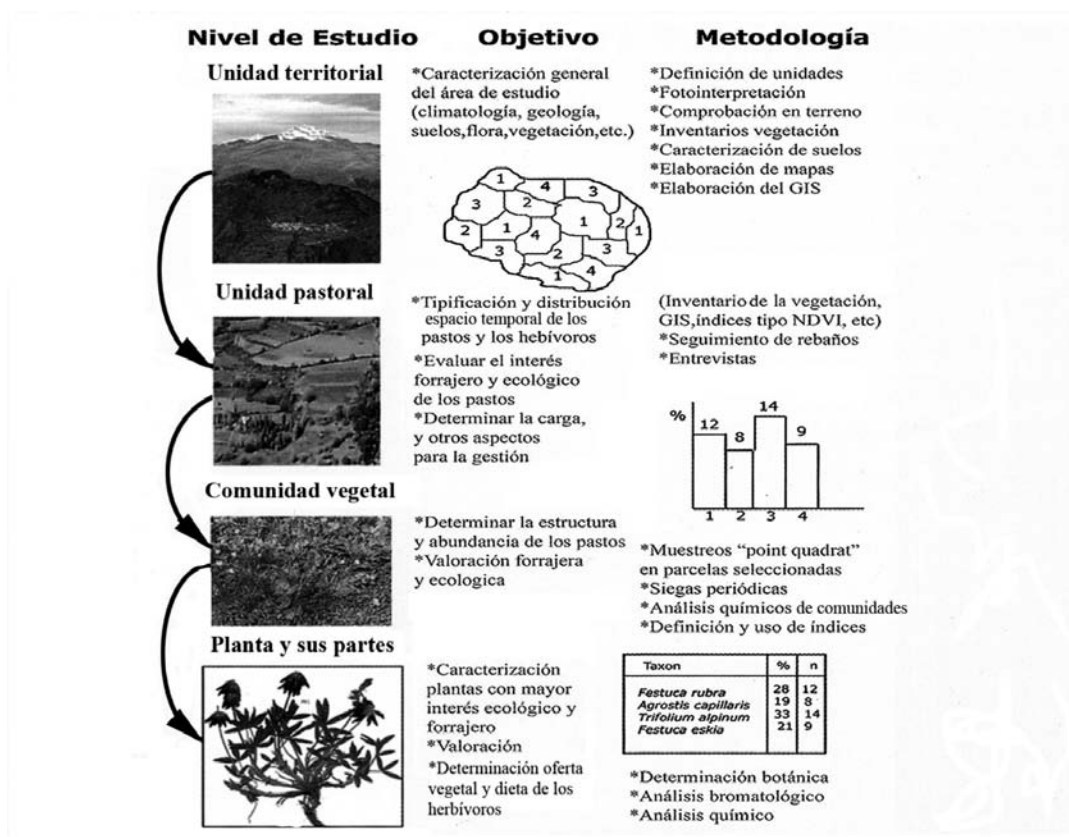


Figura 2. Esquema de escalas, objetivos y métodos en el estudio de factores ecológicos de un sistema pastoral sin considerar los relacionados con la utilización humana (modificado de Gómez García, 2008b).

bajo un clima que cabe definir como frío y húmedo (Fillat, 2008), en relación al de altitudes similares en la región mediterránea, pero con gran variabilidad, tanto en el régimen térmico como en las precipitaciones. En líneas generales, se distingue un gradiente longitudinal (de oceanidad-continentalidad entre los extremos y el centro de la cadena) y otro altitudinal, que provoca una disminución aproximada de 0,5 grados en la temperatura media anual cada 100 m de altitud y un aumento de 100 mm de las precipitaciones que, entre sus extremos, pueden oscilar de 800 a más de 2000 mm anuales. Tanto o más notables, son las variaciones climáticas de índole local debidas a la topografía, que dan lugar a la existencia de abundantes y contrastados microclimas. Estos cambios pueden producirse en superficies muy reducidas y constituyen uno de los motivos de la heterogeneidad espacial de los pastos, condicionando la duración del período vegetativo (Tabla1) y, por ende, la fenología de las plantas, su producción y su aprovechamiento pastoral.

Tabla 1. Variación altitudinal de la temperatura media anual del aire (TMAA), de la temperatura media del aire durante el período vegetativo (TMPV) y de la duración anual de dicho período vegetativo (PV) (re-elaborado a partir de Del Barrio *et al.*, 1990).

Altitud	1600	1800	2000	2200	2500	2700	2900	3100
TMAA (°C)	6,4	5,3	4,2	3,1	1,2	0,1	-0,9	-2,1
TMPV (°C)	-	-	-	9,7	8,7	8,1	7,4	6,8
PV (días)	167	145	122	100	65	42	19	3

En cuanto a su flora, los pastos herbáceos del Pirineo aragonés están constituidos por 1236 especies de plantas vasculares (de las cuales 880 se encuentran en los supraforestales del piso subalpino y alpino), correspondientes a 62 familias, lo que supone casi la mitad del total de la flora de dicho territorio (2620 especies y 133 familias), con diferencias importantes en la distribución de las familias más abundantes (Tabla 2), entre las que hay que resaltar las Gramíneas (Poáceas), Asteráceas, Fabáceas y Cariofiláceas.

Tabla 2. Familias más representadas en los pastos herbáceos y en el conjunto de la flora del Pirineo aragonés.

	Asterác.	Poáceas	Fabáceas	Cariof.	Rosac.	Ciperác.	Orquid.	Ranun.
Pirineos (%)	13,5	8,5	6,7	4,7	5,9	2,9	2,6	2,8
Pastos (%)	14	12,6	7,8	6	5,6	5	3,7	3

La abundancia de gramíneas en los pastos es todavía más marcada si consideramos su cobertura, en cierto modo reflejo de la biomasa. En los pastos más densos, dicha cobertura se acerca o supera el 50% y puede alcanzar el 80% (Tabla 3), mientras que las leguminosas pueden faltar, o bien alcanzar, en algunas comunidades, casi un tercio de la cobertura total. El predominio de gramíneas perennes señala también la prevalencia de la expansión vegetativa en los pastos y relega el papel de la reproducción sexual y del banco de semillas, exceptuando los claros creados por ciertas perturbaciones (Canals y Sebastiá, 2000a; Gómez García *et al.*, 1999; Reiné, 2002).

Tabla 3. Frecuencia y número de especies (entre paréntesis) de familias botánicas en los cinco tipos de pastos herbáceos más abundantes del Valle de Aisa (sobre 500 contactos). Junto al nombre de la comunidad se adjunta la cobertura de la vegetación, entre paréntesis, y la altitud. (Datos inéditos y a partir de García-González *et al.*, 1991a).

	<i>Bromion erecti</i> (85%) 1650 m	<i>Nardion strictae</i> (95%) 1810 m	<i>Festucion eskiae</i> (97%) 2050 m	<i>Festucion gautieri</i> (43%) 2180 m	<i>Primulion intricatae</i> (78%) 2260 m
Gramíneas	56,6 (11)	80,5 (6)	51 (7)	74,4 (6)	47,2 (8)
Ciperáceas	2,8 (2)	3,1 (1)	9,4 (1)	0,6 (2)	3,3 (3)
Leguminosas	7,5 (7)	3,6 (4)	29,2 (1)	1,4 (2)	25,8 (3)
Otras monocotiledóneas	1 (3)	2,1 (4)	0,4 (2)	0,1 (1)	0
Otras dicotiledóneas	32,1 (28)	10,7 (16)	9,8 (13)	23,5 (13)	23,8 (22)
Total especies	51	31	24	24	36

En cuanto a las “comunidades” o tipos de pastos herbáceos presentes en el Pirineo aragonés, se han definido unas 100 asociaciones incluidas en 30 alianzas y 10 clases, según la clasificación fitosociológica, que constituyen cerca de un tercio del total de las comunidades de ese territorio. Si nos centramos en las de mayor interés pastoral y extensión (que abarcan más del 90% del territorio), esas comunidades se reducen a 20 asociaciones integradas en 10 “alianzas”, que pueden ser identificadas con cierta facilidad a partir de unas pocas decenas de especies dominantes, o bien, características de cada uno (Gómez García, 2008c). Casi la totalidad de esas comunidades forman parte de los Hábitats de Interés Comunitario (Consejo Comunidades Europeas, 1992).

INTERÉS ECOLÓGICO DE LOS PASTOS

El “interés ecológico” de los pastos del Pirineo se ha subrayado ya repetidamente y en distintos ámbitos, pero muchos de sus valores todavía no se apoyan en datos contrastados y se diluyen, al adjudicarlos sin matices al heterogéneo sistema pastoral, o cuando se tratan de sustanciar en medidas de gestión y conservación. Repasamos algunos de los valores en que hemos indagado con mayor o menor detalle.

Un primer punto de interés de los pastos deriva de la **extensión** que ocupan. En el Pirineo de Aragón se extienden por 1026 km², -sobre un total de 13.200 km² (superficie superior a 400 m)- (García y Gómez, 2007) y pueden llegar a cubrir el 75% en las cabeceras de algunos valles o en el propio P.N. de Ordesa-Monte Perdido (García-González *et al.*, 2007).

Hay que remarcar a continuación el papel de los pastos en la **sujeción del suelo** y, por tanto, en el freno de los procesos erosivos, que en altitudes elevadas, constituyen el factor dominante de la explotación natural con la consiguiente pérdida de recursos por exportación. Cabe recordar la influencia de la **gravedad** que impone de manera drástica el transporte vertical de suelo y nutrientes, compensado este último solamente por los movimientos de los rebaños. Por otra parte, suelo y gravedad, condicionan la distribución espacial de la “fertilidad” (entendida como el conjunto de recursos que las plantas toman del suelo) que, junto al clima y los herbívoros, está vinculada estrechamente a la estructura y dinámica de la propia vegetación y que, a escala local, gobierna su distribución. Por último, señalemos el papel del suelo como sumidero de carbono (García-Pausas *et al.*, 2007), mantenimiento de la cubierta nival y almacenamiento del agua, que a su vez redundan en otros “servicios ecosistémicos” destacados (esquí, producción eléctrica). Resulta pues evidente, que la conservación del suelo es la pieza central de los usos sostenibles en la montaña (Körner, 2000).

La disminución del suelo con la altitud va paralela a la de la cubierta vegetal y los pastos con coberturas superiores al 20% apenas alcanzan los 2800 m, aunque allí todavía pueden cubrir un 5% de la superficie y albergar, en su conjunto, cerca de un centenar de especies (Tabla 4). El resto de la flora de esos niveles altitudinales corresponde a comunidades de sustrato pedregoso y cobertura muy escasa. La Tabla 4 muestra también el descenso del número de especies con la altitud en el conjunto del Pirineo pero no de su densidad (nº especies/km²). El número de tipos de pasto (calculado para el P.N. de Ordesa) es similar hasta 2400 m y disminuye más arriba hasta casi la mitad. Los más densos y provechosos para el ganado dominan hasta

los 2000 m (comunidades del *Bromion erecti*, *Nardion strictae*) y se enrarecen más arriba. Allí son sustituidos por otros más ralos pero de más interés ecológico, por su área restringida y abundancia de flora prioritaria para su conservación (Gómez García *et al.*, 2001).

Tabla 4.- Diversos parámetros estructurales de los pastos herbáceos por intervalos altitudinales. La superficie de cada intervalo y el número de especies corresponden a todo el Pirineo aragonés; el resto de valores (con asterisco) han sido calculados en el P.N. de Ordesa (cartografía a escala 1:5000; García-González *et al.*, 2007).

Altitud (m)	1600-1800	1800-2000	2000-2200	2200-2400	2400-2600	2600-2800
Cobertura (%)*	72	63	42	13	12	5
Tipos de pasto*	22	21	24	23	15	11
Superficie total (km ²)	497	443	343	278	203	101
Nº especies	1342	1046	813	573	363	223
Especies/km ²	2,7	2,4	2,4	2,1	1,8	2,2

LA DIVERSIDAD EN EL CONJUNTO DE LOS PASTOS

Ya se ha destacado el número de especies que componen los pastos y que suponen el 47% del total de la flora del Pirineo aragonés, en un “hábitat” que apenas ocupa el 10% de su superficie (García y Gómez, 2007). Las plantas alóctonas que, en cierta medida dan idea de inestabilidad en las comunidades (Noss, 1990), apenas suponen un 0,6% en los pastos (4,2% en el conjunto del Pirineo aragonés). En el otro extremo, destacan las especies autóctonas que son “exclusivas” del hábitat pastoral (Tabla 5) y las especies “raras” (definidas en este caso por estar reducida su presencia a 3 o menos cuadrículas de 1 km²) que totalizan 176 para el Pirineo, de las que 49 (28,6%) se encuentran en los pastos. Estas especies de mayor interés ecológico y de conservación y que también incluyen las plantas catalogadas (Tabla 5) predominan en las comunidades muy ralas, con suelo pedregoso, y su presencia se acrecienta con la altitud, sobre todo en el piso alpino, mientras que son muy escasas en los pastos densos situados a menor altitud. Ello permite interpretar, en parte, la compatibilidad y complementariedad entre utilización ganadera y conservación de los valores ecológicos en los pastos de montaña (García-González *et al.*, 2007).

En cuanto a otros grupos vegetales, disponemos sólo de datos sobre los briófitos, cuya relevancia en los pastos es más reducida, si juzgamos el número de especies (70 por encima de 2000 m de un total de 700 para el Pirineo) y su ubicación preferente en las comunidades muy ligadas a suelos húmedos (Heras y Infante, 2005).

Tabla 5. La flora de diferentes hábitats pirenaicos distribuida por categorías relacionadas con su origen e interés para la conservación. Los porcentajes se refieren al conjunto de la flora de cada hábitat y una misma especie (excepto las exclusivas^o) puede vivir en varios hábitats (adaptado de García y Gómez, 2007).

Hábitat	Taxones autóctonos		Taxones alóctonos		Taxones exclusivos del hábitat	Taxones raros		Taxones catalogados	
	Total	%	Total	%		Total	%	Total	%
Ruderal-arvense	550	22	157	97	428	20	12	2	2
Megaforbios	223	9	0	0	63	18	10	8	9
Bosques	447	18	5	3	135	28	16	10	11
Matorrales	487	20	0	0	82	33	19	14	16
Pastos herbáceos	1228	50	8	5	472	49	28	10	11
Roquedos y canchales	387	16	0	0	213	28	16	33	37
Humedades	305	12	14	9	118	28	16	7	8
Veg. acuática	64	3	0	0	40	12	7	3	3

LA DIVERSIDAD VEGETAL DENTRO DE LAS COMUNIDADES DE PASTOS

Algunos aspectos de la estructura de los pastos como su composición florística y diversidad sintetizados en las Tablas expuestas, se han elaborado a partir del método de “puntos por transectos lineales” (con más de cien mil contactos) en áreas previamente cartografiadas de Aisa y Ordesa (García-González *et al.*, 1991a; Gómez García, 2008a).

Si atendemos a la estructura interna de las comunidades de pasto, la diversidad que acabamos de reseñar para el conjunto de su flora muestra una gran heterogeneidad. Ni el número de especies ni la diversidad disminuyen necesariamente con la altitud. Por el contrario, resultan llamativos algunos valores observados en altitudes elevadas (Tabla 6). Esa misma heterogeneidad se da en pastos muy similares por su flora; por ejemplo, en asociaciones de una misma alianza (véase *Primulion intricatae* en Tabla 6), lo que subraya la importancia de descripciones florísticas detalladas con medidas cuantitativas.

Tabla 6. Distintos índices de diversidad de pastos herbáceos en el gradiente altitudinal de la vertiente S del Monte Perdido (adaptado de Aldezabal, 2001).

Tipo de pasto	<i>Bromion erecti</i>	<i>Saponarion caespitosae</i>	<i>Nardion strictae</i>	<i>Primulion intricatae</i>	<i>Prim. intric.</i>	<i>Oxytropi-Elynion</i>	<i>Salicion herbaceae</i>
Altitud (m)	1900	2100	2100	2380	2550	2650	2750
Cobertura (%)	99	74	98	98	74	78	27
Nº especies	34	61	17	31	40	34	29
Nº esp. >1%	17	24	7	17	22	20	18
Ind. Shannon	3,9	4,8	1,8	3,2	4,3	4	4,2
Ind. Pielou	0,44	0,5	0,19	0,36	0,53	0,46	0,53
Ind. Simpson	0,09	0,06	0,49	0,23	0,07	0,09	0,07

A la diversidad de los pastos se le atribuye, con frecuencia, un valor intrínseco y directo y, en muchas ocasiones, su mantenimiento e incluso su incremento se ha considerado un objetivo primordial. Este interés surge de considerar la diversidad como una medida de la organización interna de las comunidades lo que, a su vez, puede relacionarse con otras propiedades como la estabilidad, la persistencia, la resiliencia, o el propio equilibrio, conceptos todos ellos de confusa interpretación y objeto de abundante polémica. Sea como fuere, parece innegable que comunidades con baja diversidad desempeñan un papel ecológico muy destacable por su presencia en áreas con fuerte explotación natural. Sirvan de ejemplo los pastos de *Festuca eskia*, pobres en especies pero trascendentes en la sujeción del suelo en la alta montaña y con valores muy destacables de la vida animal (Marinas *et al.*, 2008).

Digamos para finalizar este apartado que la diversidad es el parámetro ecológico más utilizado en el estudio de nuestros ecosistemas pastorales, aunque casi siempre referido a número o abundancia de “plantas vasculares” (en unos pocos casos a la biomasa), y considerando únicamente una escala local o de comunidad en un momento concreto (diversidad α). Son muy escasas las mediciones del resto de grupos biológicos, así como el uso de escalas temporales y espaciales -diversidad β y γ - (Alados *et al.*, 2007) y apenas conocemos los efectos de los herbívoros sobre la diversidad y sus pautas espacio-temporales (Huntly, 1991).

LA NATURALIDAD DE LOS PASTOS

El concepto de naturalidad trata de definir el grado de dependencia de una comunidad o de un paisaje respecto a los factores ambientales y su valor, en un entorno cada vez más intervenido y degradado. Se considera tanto mayor cuanto menor sea la intervención humana (Fillat *et al.*, 1999). En la montaña este concepto adquiere una relevancia especial, al reflejar la vocación de los pastos en la sucesión vegetal y servir, por tanto, para el diseño de escenarios relacionados con el Cambio Global. En una primera y simple aproximación, cabe separar los pastos montanos y subalpinos, es decir, los que ocupan los dominios forestales, de los alpinos, situados por encima del límite potencial del bosque. Los primeros, constituyen comunidades secundarias, a veces con apenas unos siglos de existencia y el abandono de la ganadería puede llevar tarde o temprano a su sustitución por matorral y bosque (Bartolomé *et al.*, 2008). Los segundos pueden considerarse comunidades “permanentes”, es decir sin esa posibilidad de evolución en las actuales circunstancias ambientales, y en su mayor parte, tanto más cuanto mayor sea su altitud, tenderán a mostrarse más persistentes por una menor dependencia del pastoreo, pero también más vulnerables al cambio climático (Körner *et al.*, 1997). Por otra parte, el concepto de naturalidad puede servir para evaluar áreas pastorales, sobre todo en espacios protegidos (Fillat *et al.*, 2008), señalando las de mayor interés de conservación, sin menoscabo de los “paisajes humanizados” a cuyos valores ecológicos y culturales se une su importancia económica.

BIOMASA Y PRODUCCIÓN PRIMARIA

Los datos tomados en los últimos quince años sobre la biomasa y la producción aérea de los principales pastos pirenaicos nos han proporcionado una idea bastante

precisa de la variación de esos parámetros a lo largo de la altitud, del período fenológico y de la optimización de su aprovechamiento temporal (Gómez *et al.*, 1997; Remón y Alvera, 1989; Aldezábal, 2001). Pero esa información nos ha mostrado también su gran variabilidad espacial y temporal (Figura 3), que aumenta la difi-

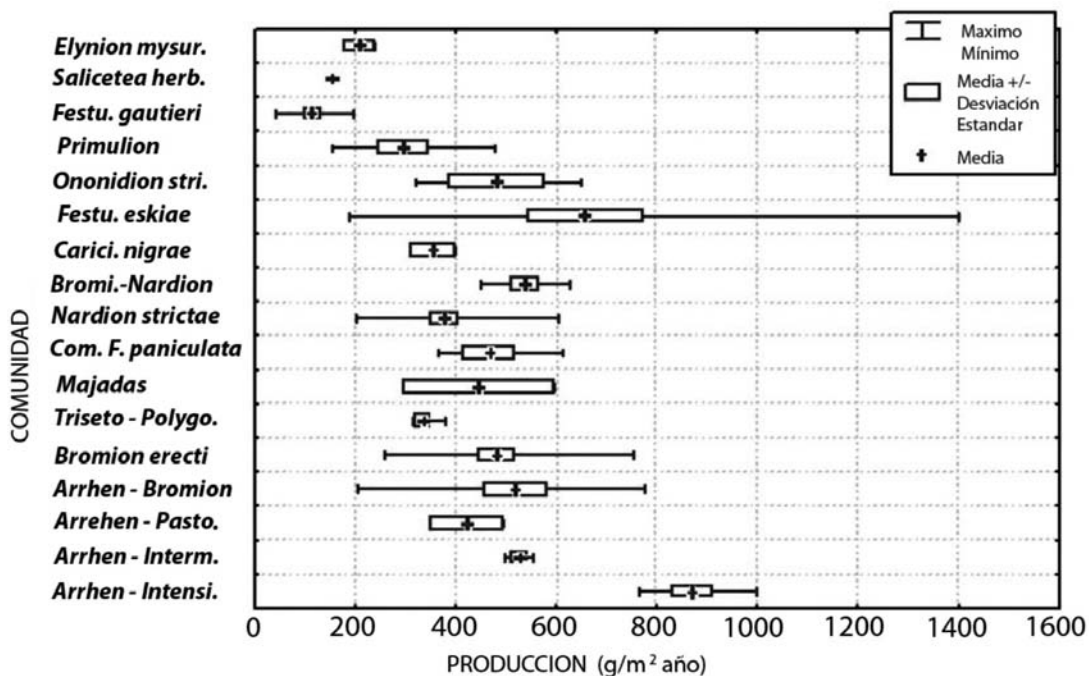


Figura 3. Producción aérea neta (g/m² y año) de los principales pastos herbáceos del Pirineo (elaborado de datos propios y revisión bibliográfica, García-González *et al.*, 2002).

cultad para determinar cargas ganaderas potenciales y descubre la necesidad de incrementar la toma de datos. En general, no hemos encontrado relación ni de la biomasa ni de la producción aérea con la altitud a escala de comunidad, a pesar del acortamiento del período vegetativo (Gómez *et al.*, 1997), aunque la reducción de la cobertura vegetal sí que supone, en conjunto, una disminución de esos valores cuando ascendemos en altitud.

No se ha constatado una relación inversa entre biomasa y número de especies de una comunidad, ni tampoco entre su diversidad (medida por el índice de Shannon) y su producción primaria aérea (Gómez *et al.*, 1997, Aldezábal, 2001; Remón, 2004). Los pastos más diversos muestran valores intermedios de biomasa y producción, mientras que los menos diversos presentan los mayores valores de esas variables (Gómez *et al.*, 1997; Aldezabal, 2001), resultados similares a los de otros autores (Ter Heerdt *et al.*, 1991). Por último, la producción primaria resulta independiente de la biomasa y no muestra una tendencia definida con la altitud (Aldezábal, 2001; Remón, 2004).

LAS PERTURBACIONES ANIMALES

Las perturbaciones causadas por animales, sin considerar el propio pastoreo, afectan intensamente la estructura y dinámica de los pastos y su heterogeneidad espacial,

como ya ha sido constatado en otros ecosistemas de pastos (p. ej. White, 1979; Sousa, 1984). En el Pirineo, esas perturbaciones, sobre todo las originadas por micromamíferos y jabalíes, pueden incidir a escala local de forma más trascendente que la propia actividad de los rebaños y causar conflictos de gestión. El efecto sobre la composición florística y la diversidad, ha sido objeto de varios estudios, que muestran la incidencia sobre la heterogeneidad espacial de la vegetación y la distribución de un notable grupo de especies (Gómez *et al.*, 1995 y 1999; Canals y Sebastià, 2000a). Indagamos ahora en las hozaduras de jabalí que muestran patrones espaciales característicos, con especial predilección por los pastos más densos y que pueden afectar superficies notables (hasta un 18% en algunas zonas del P.N. de Ordesa), alterando la dinámica sucesional del paisaje vegetal (Bueno *et al.*, en revisión). A mayor detalle, estas alteraciones ocasionan cambios físico-químicos en el suelo, alteran la diversidad y la estructura del banco de semillas y provocan la remoción de la vegetación establecida, favoreciendo las especie ruderales y mermando la oferta vegetal, sobre todo para los herbívoros domésticos (Bueno, Tesis doctoral en prep.).

LA DINÁMICA DE LOS PASTOS

Cobra ahora interés, en el marco del “Cambio Global”, conocer la evolución de los pastos y los paisajes que configuran. La complejidad de los sistemas pastorales dificulta separar y evaluar la causalidad de los múltiples factores implicados, a lo que se une las escasas referencias disponibles para la comparación temporal. Al margen de la evidente expansión, tras el abandono, de unas pocas gramíneas y arbustos en el dominio forestal, apenas podemos conjeturar sobre la ralentización de los cambios con la altitud, relacionados con una mayor persistencia de las comunidades, al menos de su composición florística y que, en parte, estaría relacionada con su naturalidad como ya se ha comentado. De modo puntual, hemos encontrado escasas tendencias de cambio en la composición florística de comunidades subalpinas a 2000 m de altitud y sin pastoreo durante quince años (García-González *et al.*, 1998), pero en el límite con el piso montano (1700 m) algunas parcelas experimentales en pastos de *Bromion erecti* y *Nardion strictae*, han sido dominadas en apenas cinco años por *Brachypodium rupestre* y *Festuca paniculata* respectivamente (obs. pers.). A partir de su distribución espacial, hemos elaborado algunos esquemas con relaciones dinámicas de los pastos más abundantes (Gómez García, 2008b), pero sin información todavía de los efectos del calentamiento global, objeto de estudio ya en otras zonas del Pirineo (Sebastià *et al.*, 2004). Tampoco disponemos apenas de información sobre el efecto de los herbívoros en la distribución, abundancia, fenología y demografía de plantas y comunidades, aspectos ya muy estudiados en otros entornos (Huntly, 1991 y su revisión de bibliografía), ni sobre los procesos ligados al abandono que genéricamente se han denominado “embastecimiento del pasto” (Montserrat, 1971).

Abordamos ahora los procesos de expansión del matorral, en concreto del *Echinopartum horridum* (Komac *et al.*, en revisión) y estudiamos también, aunque ya en ambiente más atlántico, la respuesta de la vegetación tras diferentes labores de desbroce (Lizaur y Gómez, 2009). Los objetivos principales en este apartado consisten en establecer la velocidad y alcance de los procesos ligados a la matorralización, determinar el impacto sobre los pastos, tal como ya se estudia en el Pirineo francés (Pasche *et al.*, 2004) y valorar la oportunidad de adoptar medidas de desbroce.

LA INTERACCIÓN PASTO-HERBÍVORO

Pastos y herbívoros constituyen un sistema ecológico en el que ambos elementos se condicionan mutuamente (Fillat *et al.*, 2008). Las interacciones entre plantas y grandes herbívoros son complejas y variadas. La actividad de los grandes herbívoros produce diversos efectos sobre la vegetación, tales como: extracción de biomasa mediante el consumo, fertilización por aporte de excrementos, acciones mecánicas como pisoteo, rozas, etc., y dispersión de semillas. A su vez, las plantas y la comunidad vegetal, reaccionan de diversas formas: 1) crecimiento compensatorio como reacción a la extracción de biomasa (McNaughton, 1986), 2) cambios de la competencia entre plantas y, en consecuencia, variación de la composición florística, 3) desarrollo de mecanismos de defensa, 4) modificación de la arquitectura y alteración del ciclo de nutrientes. La fertilización incrementa localmente el suministro de nutrientes limitados (N, P), y en exceso, promueve las comunidades nitrófilas (Badía *et al.*, 2008). En una escala temporal reducida, el herbivorismo favorece determinados morfotipos funcionales (McIntyre y Lavorel, 2001) y en condiciones de pastoreo moderado o intenso, con suelo rico en nutrientes, contribuyen al incremento de la diversidad general (Olf y Ritchie, 1998).

El efecto principal de las plantas sobre los herbívoros (además del suministro de energía y nutrientes), es el fomento de diversas estrategias en la adquisición del alimento (mecanismos de selección de dieta). A escala evolutiva, esto ha inducido adaptaciones morfo-fisiológicas particulares en los animales, que les permiten reducir la competencia por segregación del nicho trófico y espacial (Hofmann, 1989).

OFERTA VEGETAL Y SELECCIÓN DE DIETAS

La Figura 4 muestra un esquema de los principales factores que influyen en la selección de la dieta por parte de los herbívoros. Desde la perspectiva del herbívoro, los



Figura 4. Esquema de los principales factores que actúan en la selección de dieta por los grandes herbívoros. El grosor de las flechas estaría relacionado con la importancia de cada factor (Fillat *et al.*, 2008).

principales factores en la vegetación son: la oferta disponible (producción y biomasa), y su accesibilidad (en el tiempo y el espacio), la calidad nutritiva de la oferta y las defensas antiherbívoro (Busqué *et al.*, 2003). En términos generales puede decirse que los herbívoros tratan de maximizar la ingestión que, a su vez, depende en gran medida de la biomasa disponible. Sin embargo, la ingestión queda limitada por la digestibilidad del alimento (Armstrong *et al.*, 1986). Además la necesidad de una dieta adecuada en nutrientes (proteína, minerales) conduce a los herbívoros, los salvajes y los domésticos adaptados a su ambiente, a diversificar el alimento, para equilibrar su dieta y disminuir el riesgo de intoxicaciones (Ramos *et al.*, 1998).

Estos factores determinan las pautas espacio-temporales del uso del territorio por los herbívoros. Además, según algunos autores (Hofmann, 1989), el tipo de especie y sus características morfo-fisiológicas influyen también en la selección de la dieta. Así, por ejemplo, algunas especies de rumiantes estarían más capacitadas para digerir la fibra vegetal (tipo "herbívoro"), mientras que otras necesitarían mayor cantidad de alimentos concentrados, menos fibrosos (tipo "ramoneador"). Entre ambos extremos existirían también tipos intermedios. Todo ello se traduce en la optimización de la utilización pastoral, con cierta complementariedad de las pautas de consumo entre los fitófagos, que, además, aparecen estratificadas espacialmente (García-González *et al.*, 1990).

La determinación precisa de las dietas, a escala de especie y de sus diferentes órganos, ha sido objeto de especial atención y para ello se utilizaron de forma novedosa técnicas relacionadas con el análisis micro-histológico de epidermis vegetales (García-González y Montserrat, 1986; Aldezabal, 2001), complementadas con miles de datos de observación directa mediante muestreos específicos en casi todas las comunidades vegetales (inventarios lineales mediante "point-intercept"). Esos trabajos han mostrado una utilización baja en los puertos muestreados, tanto en el consumo de la biomasa disponible (entre 1% y 24% dependiendo de las áreas de pastoreo), como del número de especies seleccionado (20-30%) (García-González *et al.*, 1991a; Gañán *et al.*, 2002).

A escala de comunidad vegetal se han completado también estudios de selección, mediante la superposición cartográfica de mapas de vegetación con los de distribución del ganado, en diferentes unidades pastorales (García-González *et al.*, 1991b; Aldezabal, 2001; Fillat *et al.*, 2008). La Figura 5 muestra el resultado de dicha superposición en el Puerto de Aisa (Pirineo occidental). Se observa que el ganado vacuno utiliza principalmente pastos densos, del tipo *Bromion erecti* y *Nardion strictae* de producciones relativamente altas. El ovino pasta sobre todo los *Nardion strictae*, donde es capaz de seleccionar las especies más nutritivas (*Agrostis capillaris*, *Trifolium alpinum*) y rechazar las menos digestibles (*Nardus stricta*). También utiliza en gran medida los pastos del *Primulion intricatae*, pastos densos de altitud, de producción moderada pero de alto valor nutritivo. Los sarríos (*Rupicapra p. pyrenaica*) son los que utilizan más estos pastos, pero también frecuentan las comunidades de roquedos y pedrizas donde son capaces de seleccionar las especies más nutritivas.

La calidad nutritiva de los pastos, también contemplada a escala de especies y de comunidades, se ha explorado con análisis químicos convencionales, determinando la concentración de proteína, minerales y digestibilidad de la materia seca (Marinas *et al.*, 2003; García-González *et al.*, 2005). En general, el grado de consumo aparece

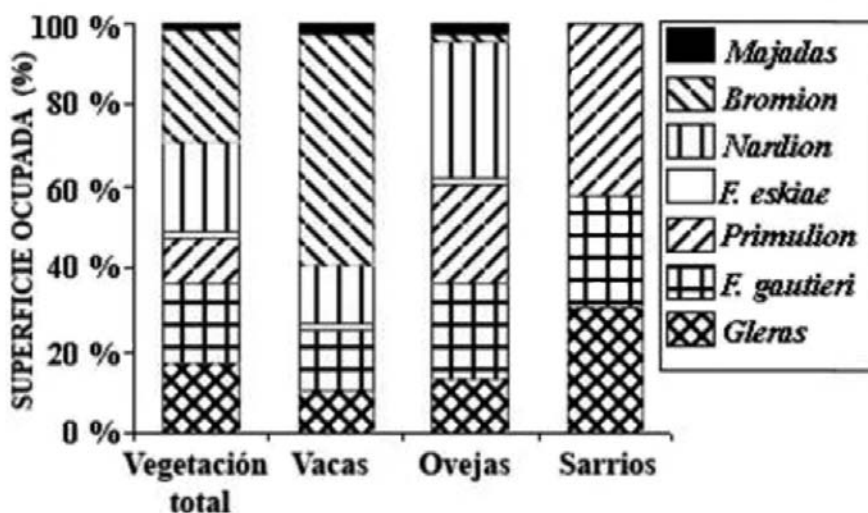


Figura 5. Superficie (%) de los principales tipos de pastos herbáceos del Puerto de Aísa y de las áreas utilizadas por cada especie de herbívoro. Las zonas con cobertura menor al 1% no se han considerado (García-González *et al.*, 1991b).

asociado al contenido en nutrientes de la planta y a la abundancia de las especies, aunque mostrando algunas notables excepciones (Gañán *et al.*, 2002).

APROXIMACIÓN A ESCALA DE PAISAJE Y A LOS USOS “HISTÓRICOS”

La interpretación de un sistema ganadero a escala de paisaje se ensayó en el Valle de Gistaín, mediante las entonces aún precarias técnicas de fotointerpretación y teledetección, que ahora reemprendemos con medios técnicos más avanzados (Campo *et al.*, 2005). Buscamos “atajos” metodológicos para determinar la influencia del suelo, el agua, la fertilidad y los topoclimas en la distribución de especies y tipos de prados, en su producción y en los tipos de gestión (Gómez *et al.*, 1983). Analizamos el funcionamiento de unos sistemas de ladera que eran soporte económico de todo un valle y constituían probablemente la máxima expresión (y el mayor logro) de la explotación ganadera pirenaica tradicional, reflejada en un paisaje humanizado de gran complejidad. Si bien sólo logramos comprender una pequeña parte (Gómez *et al.*, 1984a), constatamos la multifuncionalidad del sistema, los “factores limitantes” de la producción ganadera y aprendimos que la discusión sobre el terreno con sus actores principales, podía simplificar el esfuerzo experimental y ayudar a plantear objetivos relacionados con la gestión y la producción integrada al paisaje (Aguirre *et al.*, 2000). También detectamos pautas de gestión ajustadas localmente y optimizadas de forma singular, por ejemplo en la utilización del fresno como árbol forrajero (Gómez *et al.*, 1981 y 1984b; Creus *et al.*, 1984). Los datos, imágenes y cartografías obtenidas abren ahora la oportunidad de analizar los cambios con una perspectiva de 25 años.

El estudio posterior de otras praderías -Valle de Aisa y Fragen- se adentró en su estructura vertical, penetración de la radiación solar, dinámica del contenido de pigmentos y minerales (Goded, 1994) y en el banco de semillas (Reiné, 2002; Reiné *et al.*, 2004 y 2006). Todo ello permitió caracterizar los prados del Pirineo de Aragón como

comunidades semi-naturales con larga persistencia y notable diversidad, a caballo de los centroeuropeos, con gestión muy intensificada, y los de los Montes Cantábricos, todavía más salvajes (Chocarro *et al.*, 1989). Los paisajes resultantes exhiben una estructura de malla reticulada con setos, similares a los “bocages” bretones y otras zonas alpinas. En estos paisajes, los topoclimas definidos por la inversión térmica a finales de invierno y la fusión diferencial de la nieve debida a la topografía, marcan la precocidad del rebrote en distintas zonas y su posterior desarrollo fenológico que, a su vez, determina diferencias en la composición florística de los prados. A la heterogeneidad debida a los microclimas se solapa la de la naturaleza de los suelos, desarrollados ya sobre materiales autóctonos -pizarras, calizas o yesos-, ya sobre morrenas glaciares, que ocasionan múltiples combinaciones en la circulación del agua y la fertilidad y, por ende, en la producción forrajera y su aprovechamiento por el ganado (Fillat, 2007).

Respecto a la gestión, el estudio de la toposecuencia en el gradiente altitudinal, permitió identificar un uso decreciente en el manejo del paisaje, que incluía, desde una gran intensificación en los cultivos de huerta junto a los pueblos, hasta un uso circunstancial de las parcelas más elevadas, con aplicación aún vigente del sistema de “derrota de mieses”, donde sólo la cosecha (primero de centeno, después de heno) era de propiedad privada, mientras rastrojos o rebrotes de hierba eran de pastoreo comunal.

Por otra parte, esa gradación de manejo revela también la huella histórica que va, desde los sistemas agrícolas del Medioevo -cultivos de cereal de año y vez, con alternancia de zonas cultivadas y en barbecho (“añadas”)-, hasta las combinaciones de veza/avena en sustitución de las primitivas plantaciones de *Trifolium incarnatum* (“tefla”) que, a su vez, precedieron a los actuales prados y alfalfares.

Resulta así evidente, que la explotación ganadera secular de la montaña supuso una drástica modificación de las comunidades vegetales y los paisajes que conforman, a la par que el desarrollo de la “cultura ganadera” que gobierna esa transformación. Hacemos por lo común referencia a los usos ancestrales, atribuyéndoles un carácter homogéneo y estático, aunque es sabido que muchas pautas de esa utilización, -cultivos, razas animales, tamaño de los rebaños, calendarios de uso-, han variado notablemente a lo largo del tiempo y que algunas de las actividades con mayor impronta en el paisaje actual, apenas se remontan un siglo atrás. El cambio en las “prácticas tradicionales” ha sido pues también constante, como las respuestas inducidas en la estructura y dinámica de los pastos, y su estudio trasciende la interesante aproximación de los historiadores (Daumas, 1976; Pallaruelo, 1988) para convertirse en un factor ecológico de primer orden y un elemento fundamental en el análisis del paisaje (Vicente, 2001).

LA VALORACIÓN ECO-PASTORAL

La creciente sensibilización sobre el interés ecológico de los pastos y la dificultad para su distinción por gestores del medio rural, responsables de la conservación e investigadores de disciplinas ajenas a la botánica, nos impulsaron a desarrollar un método de valoración sencillo que permitiera, de forma objetiva y cuantificada, categorizar los principales tipos de pasto en relación a sus valores ecológicos y forrajeros. Algunas valoraciones forrajeras habían sido ya antes abordadas, sobre todo tratando de

ajustar cargas ganaderas en algunos valles (Ascaso y Ferrer, 1993; Ascaso y Sancho, 1999), pero nuestra pretensión ha sido elaborar una herramienta para la gestión y conservación que, más en concreto, pudiera guiar con criterios ecológicos la ordenación de territorios pastorales. Desde una perspectiva más teórica, nos interesa indagar en la relación entre los valores ambientales y productivos, y tratar de generalizar algunas de las pautas que puedan emerger de dicha comparación.

Con esta idea desarrollamos el índice ecopastoral (Gómez-García *et al.*, 2001, 2002) y lo testamos en diferentes territorios tras realizar algunos ajustes (García-González *et al.*, 2007). Por razones obvias, solo hemos incluido aquellas variables ya cuantificadas en los distintos tipos de pasto y hemos dejado pendientes por el momento, aspectos de gran interés ecológico como la diversidad de otros grupos taxonómicos, la calidad del hábitat, la del suelo y otros ya mencionados. Se han valorado distintos territorios pastorales del Pirineo y País Vasco, con una gran heterogeneidad en su interés productivo y ecológico que, en términos generales, parece mostrar una relación inversa, lo que da pie a interpretar la compatibilidad del uso pastoral en montaña y facilita la adopción de pautas para su uso sostenible (García-González *et al.*, 2007).

EL INTERÉS CULTURAL

El concepto de “cultura” ligado a la ganadería de montaña como adaptación a un entorno netamente hostil respecto al llano, es ampliamente evocado y comentado por los investigadores del IPE desde los primeros encuentros de Ecología y Antropología Cultural (I Congreso Español de Antropología, 1977). Se trataba de interpretar la inserción del hombre en la montaña (Balcells, 1980), tanto desde los diferentes usos del territorio y sus cambios (García-Ruiz, 1976; Lasanta, 1988) como desde su actual actividad ganadera (Montserrat, 1978; Puigdefábregas y Fillat, 1986; Fillat, 2002), valorando siempre la funcionalidad de dicha cultura en los paisajes de montaña y continuando la labor iniciada en 1943 por la Estación de Estudios Pirenaicos, que tanta información aportó sobre la vida en el Pirineo. La relevancia concedida a esta parte de la multifuncionalidad por Montserrat queda reflejada en el concepto “la cultura que hace el paisaje”, que da título a una reciente recopilación de textos (Montserrat, 2009).

Desde una perspectiva ecológica, cabe mencionar la definición del término “cultural” como “resultado de una interacción entre una predisposición genética y unas características particulares del entorno” (Margalef, 1988), que resulta sugerente para resaltar el interés de las interacciones y las adaptaciones al ambiente y al herbivorismo, aspectos todavía poco estudiados pero sin duda parte fundamental del sistema pastoral.

EL PRESENTE Y EL FUTURO DE LOS PASTOS

Resulta muy arriesgado, hoy todavía más, prever el futuro de la ganadería y, por tanto, interpretar sus consecuencias, y si bien parece evidente que su pervivencia dependerá mucho de su rentabilidad, las actuales circunstancias socioeconómicas permiten imaginar escenarios que parecían utópicos hasta fechas recientes. Ni nos compete ni podemos realizar predicciones, pero queremos señalar algunos aspectos que, en nuestra opinión, puede hipotecar un desarrollo armónico con el entorno.

Aunque la disminución del pastoreo o su abandono abanderan los cambios de uso del territorio, apreciamos, en sentido contrario, impactos reducidos en superficie pero

de gran intensidad con consecuencias drásticas sobre la vegetación, la calidad del agua y la erosión del suelo. Muchos de esas alteraciones resultan de manejos inadecuados del ganado y de supuestas “actuaciones de mejora” realizadas o avaladas por las propias administraciones, totalmente inadecuadas considerando la vulnerabilidad de los ecosistemas de montaña y la disponibilidad de medios y tecnologías para diseñar alternativas más respetuosas. Sirva como ejemplo la apertura de pistas forestales innecesarias, muchas veces “punta de flecha” de otros usos insostenibles. Ello, sin olvidar las graves afecciones que resultan de la urbanización especulativa en torno a desmesurados proyectos ligados a un modelo de desarrollo de suburbio.

Resulta inevitable insistir en que sobre los pastos de montaña se apoya la producción animal sostenible, y como tal, constituyen un recurso renovable que debería ser considerado estratégico, cuando tal concepto atañe también a la propia alimentación humana. Por otra parte, los paisajes humanizados son parte muy notoria del patrimonio natural y de su potencial lúdico y económico. El mantenimiento de la calidad de esos paisajes, a diferencia de los “naturales”, requiere, como las propias comunidades de pastos, la continuidad en su uso, siguiendo pautas de explotación compatibles con la conservación. Hay que considerar la urgencia de rescatar los vestigios de unos usos tradicionales, que todavía encierran muchos mecanismos para la “internalización” de rutinas (automatización de conductas adquiridas que facilitan la gestión) en el manejo de pastos y rebaños (Montserrat, 2004). Esos mecanismos ayudarán a diseñar marcos modernos de gestión ganadera, que aprovechen las nuevas tecnologías en la mejora de la rentabilidad económica y la calidad de vida de ganaderos emprendedores antes que subsidiados. La consideración social del oficio no es un asunto menor en la búsqueda de este nuevo equilibrio y a tal fin, las escuelas de pastores pueden suponer un interesante punto de partida (Fillat, com. per.).

EPÍLOGO

En el último congreso de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP), Ana Belén Robles (2008) mostraba su extrañeza por la prevalente atención que el “cambio climático” recibía sobre el “cambio de usos del suelo” en el marco del Cambio Global y cómo, mientras está ampliamente difundida la idea de que puede hacerse mucho respecto al primero, se considera inevitable e incluso consustancial al desarrollo la decadencia del mundo rural. Decía la misma autora: “... podemos ir más allá de las simples llamadas de atención. A frenar esa decadencia y a transmitir la viabilidad y la necesidad de un uso productivo, ecológico y cultural es algo en lo que podemos contribuir”.

Subscribimos plenamente esa reflexión. Montserrat escribía hace unos años sobre su “fracaso como pascólogo” (Montserrat, 1999). Considerando su aportación pionera y el efecto de arrastre que sus ideas han tenido en los últimos 50 años, dentro y fuera de la SEEP, esa sensación resulta inapropiada. Esa frase hacía, más bien, referencia a la falta de aplicación de muchos conocimientos científicos al “mundo real”, en particular a la gestión y concienciación de las administraciones implicadas. Impulsar esa transferencia es, en nuestra opinión, uno de los mayores retos de la actual investigación en pascología y en concreto de la SEEP. Porque, si en los próximos años, con varias generaciones ya implicadas en el estudio de los pastos, no logramos transmitir nuestro conocimiento y contrarrestar las actuales tendencias de abandono y rapiña en

la montaña, esa sensación de fracaso se hará realidad y nos afectará de manera inexcusable. La aplicabilidad de la investigación debe marcar nuestro rumbo y, a cambio, proporcionarnos una mayor recompensa a nuestro trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, J.; FERNÁNDEZ, J.I.; DE BLAS, C.; FILLAT, F., 2000. Traditional management of the rustic rabbit in mountain areas: the case of the Gistain Valley of the Central Pyrenees of Huesca. *World Rabbit Science*, **8(1)**, 395-400.
- ALADOS, C.L.; EL AICH, A.; KOMAC, B.; PUEYO, Y.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2007. Self-organized spatial patterns of vegetation in alpine grasslands. *Ecological Modelling*, **201(2)**, 233-242.
- ALDEZABAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central, Aragón). Interacción entre la vegetación supraforestal y los grandes herbívoros*. Publ. Cons. Protec, Naturaleza Aragón, 317 pp. Zaragoza.
- ARMSTRONG, R.H.; COMMON, T.G.; SMITH, H.K., 1986. The voluntary intake and in vivo digestibility of herbage harvested from indigenous hill plant communities. *Grass and Forage Science*, **41**, 53-60.
- ASCASO, J.; FERRER, C., 1993. Valoración agronómica de los pastos de puerto del Valle de Benasque (Pirineo de Huesca). Clasificación, valor forrajero y carga ganadera. *Pastos*, **23(2)**, 99-127.
- ASCASO, J.; SANCHO, J.V., 1999. *Valoración forrajera y explotación ganadera de los pastos de puerto del Alto Ésera*. Institución Fernando El Católico. 133 pp. Zaragoza.
- ASENSIO, M.A.; CASASÚS, I., 2004. *Estudio del aprovechamiento ganadero del Parque de la Sierra y los cañones de Guara (Huesca) mediante un sistema de información geográfica*. Publ. Consejo Prot. Naturaleza Aragón nº 45. 87 pp. Zaragoza.
- BADÍA VIÑAS, D., GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARTÍ DALMAU, C., 2002. Clasificación de suelos en pastos alpinos de Aisa y Ordesa (Huesca). *Edafología*, **9(1)**, 11-22.
- BADÍA VIÑAS, D.; AGUIRRE, J.; GÓMEZ, D.; SÁNCHEZ, J.R.; MARTÍ, C.; FILLAT, A., 2008. Variation of soil chemistry and plant composition through a livestock resting area in the Spanish Pyrenees. *Agrochimica*, **52(2)**, 1-11.
- BAHN, P.G. 1983 *Pyrenean Prehistory: A Paleoeconomic Survey of the French Sites*. Aris & Phillips Ltd., 511 pp. Warminster.
- BALCELLS, E., 1980. Resumen fisiográfico del alto Aragón occidental (Comunicación resumen). *Actas I Congreso Español de Antropología*, **1**, 77-105. Univ. de Barcelona.
- BARTOLOMÉ, J.; BOADA, M.; SAURÍ, D.; SÁNCHEZ, S.; PLAIXATS, J., 2008. Conifer Dispersal on Subalpine Pastures in Northeastern Spain: Characteristics and Implications for Rangeland Management. *Rangeland Ecology & Management*, **61**, 218-225.
- BERNUÉS, A.; OLAIZOLA, A.; CASASÚS, I.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A.; RIEDEL, J.L., 2007. Evolución reciente de los sistemas de explotación de rumiantes en zonas de montaña: factores de sostenibilidad. En: *Los sistemas forrajeros: entre la producción y el paisaje*, 282-294. Ed. NEIKER. Vitoria.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume ediciones. 819 pp. Madrid.
- BUENO, C.G.; ALADOS, C.L.; GARCÍA, D.G.; BARRIO, I.C.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2009.

- Wild boar disturbances in Pyrenean alpine grasslands: Impact, distribution and interaction with grazing. (En revisión).
- BUENO, C. G. *Impacto de las perturbaciones del jabalí en los pastos supraforestales de los Pirineos Centrales*. (Tesis doctoral en preparación). Universidad de Zaragoza - Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC).
- BUSQUÉ, J.; MÉNDEZ, S.; FERNÁNDEZ, B., 2003. Estructura, crecimiento y aprovechamiento de pastos de puerto cantábricos invadidos o no por lecherina (*Euphorbia polygalifolia*). *Pastos*, **33**, 283-303.
- CAMPO, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GARTZIA, M., 2005. Relaciones entre el índice espectral de vegetación NDVI y la cobertura vegetal en pastos de puerto del pirineo occidental. En: *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*. Vol. I, 307-314. Ed. K. OSORO *et al.* SERIDA. Gijón.
- CANALS, R.M.; SEBASTIÀ, M.T., 2000a. Soil nutrient fluxes and vegetation changes on mole-hills. *Journal of Vegetation Science*, **11**, 23-30.
- CANALS, R.M.; SEBASTIÀ, M.T. 2000b. Analyzing mechanisms regulating diversity in rangelands through comparative studies: a case in Southwestern Pyrenees. *Biodiversity and Conservation*, **9(7)**, 965-984.
- CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F.; GARCÍA, A.; NAVASCUÉS, I. 1989. Comparación entre dos métodos de muestreo en prados de siega en los Montes Cantábricos y el Pirineo central español. Principales resultados. *Acta Biologica Montana*, **9**, 291-299.
- CHOCARRO, C., 1992. *Estudios ecológicos sobre los prados de siega del Pirineo Central Español. Composición florística, producción y calidad*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Serie de Investigación Científica. Huesca.
- CLEMENTS, F., 1916. *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institute Publication 242. Washington DC.
- CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1992. DIRECTIVA 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Diario Oficial De Las Comunidades Europeas*, **206(L)**, 7-50.
- CREUS, J. ; FILLAT, F. ; GOMEZ, D., 1984.- El fresno de hoja ancha como árbol semi-salvaje en el Pirineo de Huesca. *Acta Biologica montana*, **4**, 445-454.
- DAUMAS, M., 1976. *La vie rurale dans le Haut Aragon oriental*. Instituto de Estudios Oscenses y de Geografía Aplicada. 774 pp. Madrid.
- DEL BARRIO, G.; CREUS, J.; PUIGDEFÁBREGAS, J., 1990. Thermal seasonality of the high mountain belts of the Pyrenees. *Mountain Research and Development*, **10(3)**, 227-233.
- FERRER, C., 1981. *Estudio geológico, edáfico y fitoecológico de la zona de pastos del valle de Tena (Huesca)*. Institución Fernando El Católico, 304 pp. Zaragoza.
- FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OLEA, L., 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. *Pastos*, **31(1)**, 7-44.
- FILLAT, F., 1981. *De la trashumancia a las nuevas formas de ganadería extensiva. Estudio de los Valles de Ansó, Hecho y Benasque*. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, pp. 572. Tesis doctoral inédita.
- FILLAT, F., 1994. Meadows rich in species and their traditional management in the central Spanish Pyrenees. En: *Grassland Management and Natural Conservation*, 31-34. Ed. BRITISH GRASSLAND SOC. London.

- FILLAT, F.; BADÍA, D.; CHOCARRO, C.; FANLO, R.; PARDO, F.; MARTÍ, C.; GÓMEZ, A.; ALVERA, B., 1999. Results from the Pyrenean site on history of management, soil characteristics and vegetation distribution. *Land-Use Changes in European Mountain Ecosystems. Ecomont-Concept and Results*. 289-304. Ed. A. CERNUSCA, U. TAPPEINER, N. BAYFIELD. Blackwell. London.
- FILLAT, F., 2002. La cultura pastoril española. En: *La diversidad biológica de España*. 285-296. Ed. J. M. DE MIGUEL, F. D. PINEDA, M. A. CASADO, J. MONTALVO. Prentice Hall. Madrid.
- FILLAT, F., 2007. Els estudis dels prats de San Juan de Plan (Huesca) dintre del marc conceptual dels Agrobiosistemes d'en Pere Montserrat. *L'Atzavara*, **15**, 63-68.
- FILLAT, F.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ GARCÍA, D.; REINÉ, R., 2008. *Pastos del Pirineo*. CSIC-Diputación de Huesca. 319 pp.
- GAÑÁN, N.; HERNÁNDEZ, Y.; ALDEZABAL, A.; GÓMEZ, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2002. Plant selection by large herbivores in supraforestal Pyrenean pastures. *REU Technical Series FAO*, **66**, 86-88.
- GARCÍA, M.B.; D. GÓMEZ., 2007. Flora del Pirineo aragonés. Patrones espaciales de biodiversidad y su relevancia para la conservación. *Pirineos*, **162**, 71-88.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MONTSERRAT, P., 1986. Determinación de la dieta de ungulados estivantes en los pastos supraforestales del Pirineo Occidental. *XXVI Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 119-134. Principado de Asturias. Oviedo.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; HIDALGO, R.; MONTSERRAT, C., 1990. Patterns of time and space use by livestock in the Pyrenean summer ranges: a case study in the Aragon valley. *Mountain Research and Development*, **10**, 241-255.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; REMÓN, J.L., 1991a. Structural changes in supraforestal pastures due to current annual growth and grazing in the Western Pyrenees (Spain). *Proc. IV th Int. Rangeland Congr.* 122-126. AFP. Montpellier.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; REMÓN, J.L., 1991b. Application of vegetation maps to the study of grazing utilization: a case in the Western Pyrenees. *Phytocoenology*, **3**, 251-256.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ GARCÍA, D.; ALDEZABAL, A., 1998. Resultados de 6 años de exclusión del pastoreo sobre la estructura de comunidades de *Bromion erecti* y *Nardion strictae* en el P.N. de Ordesa y Monte Perdido. *XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 55-60. Univ. Valladolid. Soria.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GÓMEZ-GARCÍA, D.; ALDEZABAL, A.; REMÓN, J.L., 2002. Revisión bibliográfica de la producción primaria neta aérea de las principales comunidades pascícolas pirenaicas. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 245-250. Ed. CHOCARRO *et al.*, Ed. Universitat de Lleida.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; ALDEZABAL, A.; GARIN, I.; MARINAS, A., 2005. Valor nutritivo de las principales comunidades de pastos de los Puertos de Góriz (Pirineo Central). *Pastos*, **35**, 77-103.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; ALADOS, C.L.; BUENO, G.; FILLAT, F.; GARTZIA, M.; GÓMEZ, D.; KOMAC, B.; MARINAS, A.; SAINT-JEAN, N., 2007. Valoración ecológica y productiva de los pastos supraforestales en el P.N. Ordesa y Monte Perdido. En: *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2003-2006*, 105-128. Ed. L. RAMÍREZ, B. ASENSIO. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.

- GARCÍA-PAUSAS, J.; CASALS, P.; CAMARERO, L.; HUGUET, C.; SEBASTIÁ, M.-T.; THOMPSON, R.; ROMANYÁ, J., 2007. Soil organic carbon storage in mountain grasslands of the Pyrenees: effects of climate and topography. *Biogeochemistry*, **82**, 279-289.
- GARCÍA-RUIZ, J. M., 1976. *Modos de vida y niveles de renta en el Prepirineo del Alto Aragón Occidental*. Instituto de Estudios Pirenaicos-CSIC. Jaca.
- GLEASON, H.A., 1926. The individualistic concept of plant association. *Bull Torrey Bot. Club*, **53**, 7-26.
- GODED, M.L., 1994. *Estructura de la vegetación en comunidades pratenses pirenaicas sometidas a diferente gestión. Interpretación ecológica (funcional y causal)*. IPE(CSIC). 251 pp. Tesis doctoral inédita.
- GÓMEZ, D.; FILLAT, F.; MONTSERRAT, G., 1981. La cultura ganadera del fresno. *Pastos*, **11(2)**, 295-302.
- GÓMEZ, D.; FILLAT, F.; MONTSERRAT, G., 1983. Utilización de métodos fotográficos en el estudio de la pradería de San Juan de Plan (Huesca). *Pastos*, **12(2)**, 273-282.
- GÓMEZ, D.; MONTSERRAT, G.; MONTSERRAT, P., 1984a. Phytosociologie et dynamique prairiales de quelques cultures pyrénéennes intégrées á leur paysage. *Documents d'Ecologie Pyrénéenne*, **3-4**, 471-479.
- GÓMEZ, D.; FILLAT, F.; MONTSERRAT, G., 1984b. Utilisation de Frêne comme arbre fourrager dans les Pyrénées de Huesca. *Documents d'Ecologie Pyrénéenne*, **3-4**, 481-489.
- GÓMEZ, D.; BORGHI, C.E.; GIANNONI, S.M., 1995. Vegetation differences caused by pine vole mound building in subalpine plant communities in the Spanish Pyrenees. *Vegetatio*, **117**, 61-67.
- GÓMEZ, D.; CASTRO, P.; ALDEZABAL, A., 1997. Species richness, biomass and plant production in subalpine plant communities in the Spanish Pyrenees. IAVSS Symposium: *Island and high mountain vegetation: Biodiversity, Bioclimate and Conservation*, 101-111. Santa Cruz de Tenerife (España).
- GÓMEZ GARCÍA, D.; GIANNONI, S.M.; REINÉ, R.; BORGHI, C.E., 1999. Movement of seeds by the burrowing activity of mole-voles on disturbed soil mounds in the Spanish Pyrenees. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, **31**, 407-411.
- GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; REMÓN, J.L., 2001. Una valoración ecológica de los pastos de montaña de los Pirineos. En: *Biodiversidad en Pastos*, 201-208. Ed. CIBIO-GENERALITAT VALENCIANA. Alicante.
- GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; ALDEZABAL, A., 2002. An eco-pastoral index for evaluating Pyrenean mountain grasslands. En: *Multi-Function Grasslands. Quality Forages, Animal Products and Landscape*, 922-923. Ed. J.L. DURAND et al. AFPP-EGF. La Rochelle, Poitiers (Francia).
- GÓMEZ GARCÍA, D.; MATEO, G.; MERCADAL, N.; MONTSERRAT, P.; SESE, J.A., 2005. Bibliografía botánica de Aragón. En: *Atlas de la flora de Aragón*. IPE (CSIC)-Gobierno de Aragón. Edición digital (<http://www.ipe.csic.es/floragon>).
- GÓMEZ GARCÍA, D. 2008a. Métodos para el estudio de los pastos, su caracterización ecológica y valoración. En: *Pastos del Pirineo*, 75-110. Ed. F. FILLAT, R. GARCÍA-GONZÁLEZ, D. GÓMEZ, R. REINÉ. CSIC-DPH, Huesca.
- GÓMEZ GARCÍA, D. 2008b.- Pastos del Pirineo. Breve descripción ecológica y florística. En: *Pastos del Pirineo*, 111-140. Ed. F. FILLAT, R. GARCÍA-GONZÁLEZ, D. GÓMEZ, R. REINÉ. 159-170. CSIC-DPH, Huesca.

- GÓMEZ GARCÍA, D. 2008c.- Principales comunidades pascícolas del Pirineo aragonés. En: *Pastos del Pirineo*, 293-301. Ed. F. FILLAT, R. GARCÍA-GONZÁLEZ, D. GÓMEZ, R. REINÉ, CSIC-DPH, Huesca.
- HERAS, P.; INFANTE, M., 2005. Check-list de los briófitos del Pirineo aragónes (España). *Bull. Soc. Hist. Nat.*, **141(2)**, 109-121.
- HERVIEU, B., 2002. Multi-functionality: a conceptual framework for a new organisation of research and development on grasslands and livestock systems. En: *Multi-Function Grasslands. Quality Forages, Animal Products and Landscape*, 1-2. Ed. J.L. DURAND *et al.* AFPF - EGF. La Rochelle, Poitiers (Francia).
- HOFMANN, R.R., 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, **78**, 443-457.
- HUNTLY, N., 1991. Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **22**, 477-503.
- KOMAC, B.; ALADOS, C.L.; CAMARERO, J.J., 2009. Invasion speed of *Echinochloa crus-galli*. (En revisión).
- KÖRNER, Ch.; DIEMER, B.; SCHÄPPI, P.N.; ARNONE, J., 1997. The responses of alpine grasslands to four seasons of CO₂. *Acta Oecologica*, **18**, 165-175.
- KÖRNER, Ch., 2000. El cambio global y los ecosistemas de alta montaña. *Gayana Bot.* V.57 n.1 Concepción.
- LASANTA, T. 1988. The process of desertion of cultivated areas in the Central Spanish Pyrenees. *Pirineos*, **132**, 15-36.
- LIZAUR, X.; GÓMEZ, D., 2009. *Evolución de la vegetación tras labores de desbroce mecánico e incendio en sendas áreas pastorales de Aralar y Belate (Navarra)*. Inf. inédito. Dpto de Agricultura, Ganadería y Montes (Gob. de Navarra).
- LORTI, C.L.; BROOKER, R.W.; CHOLER, P.; KIKVIDZE, Z.; MICHALET, R.; PUGNAIRE, F.I.; CALLAWAY, R.M., 2004. Rethinking plant community theory. *Oikos*, **107(2)**, 433-438.
- MANRIQUE, E. 1976. Comercialización del ganado y de los productos ganaderos en los valles de Tena y Canfranc. *Anal. Fac. Veterinaria de Zaragoza, 1972-73*, **11**, 541-580.
- MARGALEF, R., 1977. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona.
- MARGALEF, R., 1988. Evolución de los macrófitos y su coevolución con los herbívoros. En: *Homenaje a Pedro Montserrat*. Monografía del IPE, **4**, 637-642.
- MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; FONDEVILA, M., 2003. The nutritive value of five species occurring in the summer grazing ranges of the Pyrenees. *Animal Science*, **76**, 461-469.
- MARINAS, A.; GÓMEZ, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2008. *Bases ecológicas para la gestión de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Hábitat 6140 Pastos pirenaicos y cantábricos de Festuca eskia*. (informe inédito). Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente.
- MCINTYRE, S.; LAVOREL, S., 2001. Livestock grazing in subtropical pastures: steps in the analysis of attribute response and plant functional types. *Journal of Ecology*, **89**, 209-226.
- MCNAUGHTON, S.J. 1979a. Grazing as an optimization process: grass-ungulate relationships in the Serengeti. *The American Naturalist*, **113**, 691-703.

- MCNAUGHTON, S.J., 1979b. Grassland-Herbivore dynamics. In: Sinclair, A.R.E. & Norton-Griffiths, M. (Eds.), *Serengeti: Dynamics of an Ecosystem*, 46-81. The University of Chicago Press. London (UK).
- MCNAUGHTON, S.J., 1985. Ecology of a grazing ecosystem: the Serengeti. *Ecological Monographs*, **55(3)**, 259-294.
- MCNAUGHTON, S.J., 1986. On plants and herbivores. *American Naturalist*, **128**, 765-770.
- MONTSERRAT, P., 1956. *Los pastizales aragoneses. Avance sobre los pastos aragoneses y su mejora*. Ministerio de Agricultura. Dirección general de Montes, Caza y Pesca Fluvial. 190 pp. Madrid.
- MONTSERRAT, P., 1961. Las bases de la práticamente moderna. *Boletín Agropecuario*. Obra Social Agrícola de la Caja de Pensiones para la Vejez y de Ahorros. Barcelona.
- MONTSERRAT, P., 1964. Ecología del pasto (Ecología de los Agrobiosistemas pastorales). *Pub. cen. Pir. Biol. Exp.*, **1(2)**, 1-68. Jaca.
- MONTSERRAT, P., 1971. La vejez del pasto. *Melhoramento*, **21**, 229-247.
- MONTSERRAT, P.; VILLAR, L., 1974. El ambiente fitoclimático de los pastos alaveses. *Pastos*, **4**, 12 pp.
- MONTSERRAT, P., 1978. La ganadería pirenaica. *Munibe*, **4**, 215-238.
- MONTSERRAT, P.; FILLAT, F. 1979. La ganadería extensiva y las culturas rurales montaÑesas. *Anal. Inst. Est. Agropecuarios*, **3**, 83-120.
- MONTSERRAT, P., 1999. Causas de mi fracaso como pascólogo. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 113-114. Caja Rural de Almería. Almería.
- MONTSERRAT, P., 2004. *Internalicemos la gestión*. Discurso leído con motivo de ser nombrado Ingeniero Forestal de Honor. Escuela I. S. Montes. Madrid.
- MONTSERRAT, P., 2009. *La cultura que hace paisaje*. La Fertilidad de la Tierra Ediciones, 68 pp. Estella (Navarra).
- MONTSERRAT-MARTÍ, J.M. 1992. *Evolución glaciaria y postglaciaria del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: estudio palinológico*. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología, **6**, 147 pp.
- NOSS, R.F., 1990. Can we maintain biological and ecological integrity?. *Conservation Biology*, **4(3)**, 241-243
- OLFF, H.; RITCHIE, M.E., 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology and Evolution*, **13**, 261-265.
- PALLARUELO, S., 1988. *Pastores del Pirineo*. Ministerio de Cultura, Madrid.
- PASCHE, F.; ARMAND, M.; GOUAUX, P.; LAMAZE, T.; PORNON, A., 2004. Are meadows with high ecological and patrimonial value endangered by heathland invasion in the French central Pyrenees?. *Biological Conservation*, **118**, 101-108.
- PUIGDEFÁBREGAS, J.; FILLAT, F., 1986. Ecological adaptation of traditional land uses in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*, **6**, 63-72.
- RAMOS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, A.F.J.; MANTECÓN, A.R., 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Archivos de Zootecnia*, **47**, 597-620.

- REINÉ, R.J., 2002. *Composición del banco de semillas del suelo en prados pirenaicos y alpinos*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie: investigación. Nº31. 258 pp. Zaragoza.
- REINÉ, R.; CHOCARRO, C.; FILLAT, F. 2004. Soil seed bank and management regimes of semi-natural mountain meadow communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **104(3)**, 567-575.
- REINÉ, R.; CHOCARRO, C.; FILLAT, F., 2006. Spatial patterns in seed bank and vegetation of semi-natural mountain meadows. *Plant Ecology*, **186**, 151-160.
- REMÓN, R.; ALVERA, B., 1989. Biomasa y producción herbácea en un puerto pirenaico de verano. *Options Méditerranéennes, Série Séminaires*, **3**, 289-292.
- REMÓN, R., 2004. *Estructura y producción de pastos en el Alto Pirineo occidental (Aisa y Borau, Huesca)*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie: investigación nº 47, 236 pp. Zaragoza.
- REVILLA, R., 1987. *Las zonas de montaña y su entorno económico. Análisis estructural y bases técnicas para la planificación de la ganadería en los Altos Valles del Sobrarbe (Pirineo Central)*. Tesis Doctoral, Fac. de Veterinaria. Univ. de Zaragoza.
- RIVAS GODAY, S.; RIVAS MARTÍNEZ, S., 1963. *Estudio y clasificación de los pastizales españoles*. 269 pp. Publicaciones del Ministerio de Agricultura.
- ROBLES, A.B., 2008. En el conjunto de las Sierras Béticas: Pastos, producción, diversidad y cambio global. En: *Pastos, clave en la gestión de los territorios: integrando disciplinas*. Ed. P. FERNÁNDEZ REBOLLO *et al.*, 31-51. Consejería de Agricultura y Pesca. J. de Andalucía. Córdoba.
- SEBASTIÁ, M.T.; MOLA, B.; ARENAS, J.M.; CASALS, P., 2004. Biomass responses of subalpine grasslands in the Pyrenees under warming conditions. *Grassland Science in Europe*, **9**, 290-292.
- SOUSA, W.P., 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **15**, 353-391.
- TER HEERDT, G.N.J.; BAKKER, J.P.; DE LEEUW, J., 1991. Seasonal and spatial variation in living and dead plant material in a grazed grassland as related to plant species diversity. *Journal of Applied Ecology*, **28**, 120-127.
- TERRADAS, J., 2001. *Ecología de la vegetación*. Ed. Omega. 703 pp.
- TOSCA, C. 1986. *Structure, dynamique et fonctionnement des écosystèmes prairiaux supra-forestiers des Pyrénées Centrales*. Thèse doctoral, Univ. Paul Sabatier. Toulouse.
- UNITED NATIONS, 1992. *Rio Declaration on Environment and Development*. Department of Economic and Social Affairs. Division for Sustainable Development. Rep.: A/CONF. 151/26. Vol. I New York (USA).
- VÄRE, H.; LAMPINEN, R.; HUMPHRIES, C.; WILLIAMS, P., 2003. Taxonomic diversity of vascular plants in the European alpine areas. En: *Alpine Biodiversity in Europe*, 133-148. Ed. L. NAGY, G. GRABHERR, C. KÖRNER, D.B.A. THOMPSON. Springer. Berlin.
- VICENTE, S.M., 2001. *El papel reciente de la ganadería extensiva de montaña en la dinámica del paisaje y en el desarrollo sostenible: El ejemplo del valle de Borau*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación. Nº30, 181 pp. Zaragoza.

VILLAR, L.; SESÉ, J. A.; FERRÁNDEZ, J. V., 1997- 2001. *Atlas de la Flora del Pirineo Aragonés*, 2 vols. Instituto de Estudios Altoaragoneses-Consejo de Protección de la Naturaleza. Huesca y Zaragoza.

WHITE, P.S., 1979. Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. *Bot. Rev.*, **45**, 229-299.

SUMMARY

MULTIFUNCTIONALITY OF MOUNTAIN GRASSLANDS: TOWARDS A MULTIDISCIPLINAR INTERPRETATION OF GRASSLAND SYSTEMS IN THE PYRENEES OF ARAGON

The studies on the grazing systems carried out in the Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC) during the last 50 years are being reviewed. Such studies comprise different scales (from species to landscapes) and aim a multidisciplinary approach with particular emphasis on the ecological aspects and on the history of human utilization on the mountain. From the perspective of the pastures, detailed studies of the grasslands spatial distribution, floristic composition, biomass, primary production and forage quality have been carried out. Regarding the role of herbivores, we have investigated the diet selection as well as the temporal and spatial patterns of livestock utilization.

Key words: grassland ecological factors, history of mountain utilization.