

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA AÉREA DE LAS PRINCIPALES COMUNIDADES PASCÍCOLAS PIRENAICAS

R. GARCÍA-GONZÁLEZ<sup>1</sup>, A. MARINAS<sup>1</sup>, D. GÓMEZ<sup>1</sup> Y A. ALDEZABAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. Correos 64. 22700 Jaca (España)

<sup>2</sup>Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Univ. del País Vasco. Apdo. 6444. 48080 Bilbo (Bizcaia)

## RESUMEN

Se revisan los datos de producción correspondientes a la mayor parte de comunidades de pastos de puerto en los Pirineos. Los datos se reelaboran mediante dos métodos propuestos por Singh *et al.* (1975): uno de uso frecuente y otro de mayor precisión. Se calcula la ecuación de regresión que permite el paso de uno a otro. Se han encontrado diferencias significativas entre métodos de cálculo y comunidades (Anova,  $F = 13, 3$  y  $13,9$ ;  $p < 0,001$ ). *Festucion eskiae* y *F. gautieri* presentan, respectivamente, los valores más altos ( $658, 2 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) y más bajos ( $116,1 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) de producción. Los datos presentados pueden ser de utilidad, como una primera aproximación, para la ordenación de pastos y la elaboración de planes de gestión de puertos.

**Palabras clave:** pastos de puerto, Pirineos, biomasa, producción herbácea.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos de mayor interés, tanto ecológico como agronómico, para el conocimiento de las comunidades pascícolas, es la determinación de su producción primaria. En el dominio de los pastos permanentes del Norte peninsular, existen numerosos estudios sobre los factores que determinan la producción herbácea y sus rendimientos en praderas y prados de siega. Sin embargo, es muy escasa la información sobre la producción de los pastos, entendiéndose como tales los que normalmente se aprovechan a diente en régimen de pastoreo extensivo y que solo ocasionalmente se siegan. En el Nomenclator de la SEEP recientemente aprobado corresponderían básicamente a los pastos de puerto. Estas comunidades pascícolas son de gran importancia en los Pirineos, tanto por su extensión, como por el papel que desempeñan en los sistemas productivos tradicionales.

El objetivo del presente trabajo es sintetizar los datos de producción conocidos para este tipo de pastos en los Pirineos. Con ello se pretende disponer de información actualizada, utilizable como primera aproximación en ordenaciones y planes de gestión, cuando se desconocen las características productivas del territorio pero se posee información sobre el tipo de comunidades pascícolas del mismo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ámbito del estudio es la Cordillera pirenaica, aunque algunas de las comunidades estudiadas se encuentran también en otros sistemas montañosos vecinos. Se ha revisado toda la bibliografía especializada a la que hemos podido tener acceso y hemos utilizado también datos propios. Los

trabajos publicados son escasos y, por ello, hemos recurrido a un buen número de trabajos inéditos (tesis, trabajos fin de carrera). Para la comunidad de *Primulion* hemos tomado también datos de los Alpes, dada la importancia pastoral de la comunidad y la escasez de información en los Pirineos.

Nos referimos en este trabajo a la producción primaria neta aérea (PPNA); por tanto, sin tener en cuenta la energía invertida en la respiración ni la producción subterránea. Utilizamos el término producción con una dimensión temporal, en contraposición al término biomasa (*standing crop*) que tiene un carácter instantáneo y puntual. Las unidades de producción llevan implícito la dimensión tiempo, normalmente anual, aunque en este tipo de pastos, por lo general, se reduce al período vegetativo estival.

Aunque los factores que más influyen sobre la PPNA son de carácter ambiental (Ram *et al.*, 1989; Walker *et al.*, 1994; Burke *et al.*, 1997), la estructura florística de la comunidad también puede influir (Vertes, 1984; Rikhari *et al.*, 1992). En todo caso, resulta una herramienta útil para definir y tipificar los pastos de puerto, ampliamente usada en la literatura europea. Por ello, hemos utilizado la alianza fitosociológica para denominar los distintos tipos de pastos, siguiendo las obras clásicas de Braun-Blanquet (1948) y otros (ver Gómez-García *et al.* 2002). En aquellos trabajos en donde las comunidades no estaban tipificadas según criterios fitosociológicos, se les ha asignado a la alianza más probable, siempre que hubiera información florística suficiente. En otros casos se ha adoptado el nivel sintaxonómico proporcionado por los autores (*Molinieta*, *Salicetea herbacea*). En algunas ocasiones se dan valores para comunidades mixtas o complejos, situación altamente frecuente en este tipo de pastos.

Un problema frecuente en la comparación de datos productivos es la heterogeneidad de las metodologías. Entre los métodos más utilizados para determinar la producción herbácea se encuentra el del pico máximo de biomasa, consistente en cortar y pesar el material vegetal al final del período de crecimiento. El corte debe incluir la materia viva y la muerta recientemente (Método 2 de Singh *et al.*, 1975). Un inconveniente importante de este método es que en los pastos de alta montaña de los Pirineos es frecuente que el material muerto se acumule de un año para otro. Ello puede ser consecuencia de una tasa de descomposición baja por efecto de la altitud o bien de una presión de pastoreo también baja. Esto último puede producirse por defecto de carga ganadera o por la baja palatabilidad de la comunidad en cuestión (caso de los *Nardion*, *Festucion gautieri* o *F. eskiae*). Cuando esto ocurre, es muy difícil separar la materia muerta correspondiente al año en curso de la de años anteriores, con lo cual se tiende a sobreestimar la producción. Otro error asociado a este método, de signo contrario al anterior, es que según el tipo de pasto y las condiciones climáticas, pueden producirse varios picos de biomasa, por lo que es aconsejable realizar cortes periódicos y sumar sus incrementos para no subestimar la producción. Un tercer problema es que los diferentes componentes del material vivo (gramíneas, dicotiledóneas u otras categorías taxonómicas) pueden tener el pico máximo de producción en períodos distintos. Por ello se aconseja, además de realizar cortes sucesivos y separar el material muerto, separar también los diferentes componentes del material vivo. La subestimación es menor cuanto mayor es la precisión de dichas categorías, hasta llegar a la de especie (Ram *et al.*, 1989).

Singh *et al.* (1975) revisan exhaustivamente los diferentes tipos de cálculo para estimar la producción y establecen hasta 13 métodos distintos, según se consideren o no cortes sucesivos y según el nivel de separación de los diferentes compartimentos del material vegetal. Concluyen que uno de los métodos más precisos es la suma de los incrementos positivos del material vegetal vivo y del muerto, cuando este se produce simultáneamente al anterior (Método 8). Las diferencias de estos incrementos pueden compararse estadísticamente y aceptar si realmente se producen para un nivel de significación determinado. Posteriormente, Sala *et al.* (1988) proporcionan software estadístico para la realización de estos cálculos (Aldezabal, 2001). Sin embargo, existen correlaciones significativas entre unos métodos y otros (Singh *et al.*, 1975).

En el presente trabajo hemos reelaborado las estimas de la PPNA según los métodos propuestos por Singh *et al.*, (1975), a partir de los datos de base de los diferentes autores, cuando existía información suficiente para realizarlas. Posteriormente, hemos establecido rectas de regresión entre los distintos métodos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se exponen los valores medios obtenidos para cada comunidad expresados en g MS m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> según dos métodos de cálculo: el Método 8 de Singh *et al.* (1975), al que hemos sumado el material vivo del primer corte por considerar que se ha producido dentro del año, y el Método 2 de los mismos autores. Existen diferencias significativas entre métodos y entre comunidades con seis ó más datos, siendo la interacción no significativa (ANOVA de dos factores, F = 13,3 y 13,9; p < 0,001). El primer método (suma de incrementos) es de los que se consideran más precisos y el segundo (pico máximo de biomasa total) es el más frecuentemente utilizado en la literatura y permite mayor comparación. Los valores obtenidos con el Método 8 son, en general, menores que con el Método 2. Ambas estimas están correlacionadas significativamente ( $r^2 = 0,797$ ; n = 42), siendo la ecuación de regresión que los relaciona: Mét. 8 = 0,7687 Mét. 2 - 23,54. Algunos de los trabajos consultados permiten la estimación según los dos métodos (números en negrita en la Tabla 1), otros sólo permiten el cálculo según el Método 2 (números en estilo normal), siendo en ese caso extrapolados los datos al Método 8 según la ecuación anterior. Por último, algunos pocos trabajos (números en cursiva) sólo permiten la estimación según el Método 1 de Singh *et al.*, (1975) (pico máximo de la materia viva), siendo en este caso extrapolados al Método 2 mediante la recta de regresión: Mét. 2 = 1,3136 Mét. 1 + 127,84 ( $r^2 = 0,76$ ; n = 42).

Los valores de producción se han ordenado en la Tabla 1 según un gradiente altitudinal creciente, que se corresponde normalmente con un aumento de la pendiente y un descenso del recubrimiento vegetal. Se observa un cierto descenso de la PPNA con la altitud, con algunas excepciones como son las comunidades de *Festucion eskiae*. Los pastos más productivos serían los de *Arrhenatherion* intensivo y *Arrhenatherion* intermedio que se corresponden con los prados sometidos a manejo humano y que se han incluido sólo a título comparativo. Las siguientes categorías (*Arrhenatherion* pastoreo y *Arrhenatherion-Bromion*) son pastos de montaña media, entre 900 y 1600 m de altitud, normalmente poco intervenidos, utilizados preferentemente en pastoreo, y que en los Pirineos reciben diversos nombres: pastos intermedios, puertos de transición, bajantes, panares, etc.

En la Tabla 1 se observa, también, una alta variabilidad de los valores de producción y los valores de muchas comunidades se solapan. *Festucion gautieri* y *F. eskiae* son las comunidades que presentan más diferencias significativas con el resto (test a posteriori de Tukey). Dicha variabilidad puede ser consecuencia de la heterogeneidad interna de las alianzas fitosociológicas y, también, de las variaciones locales (espaciales y temporales) que reflejan situaciones ambientales diferentes y que, como se señaló anteriormente, son los factores más determinantes de la producción. Entre ellas, cabe recordar que las variaciones que se producen en la producción de la misma parcela entre años pueden ser muy altas (Remón, 1997). Por ello, las medias expresadas tienen un carácter indicativo y pueden ser utilizadas como una primera aproximación para el cálculo de cargas de pastoreo potenciales de un territorio, cuando se conocen las comunidades pascícolas y su superficie.

**Tabla 1.- Número de datos, valores medios de producción (gMS m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) según los métodos 2 y 8 de Singh *et al.*, (1975) y límites de confianza al 95% de las comunidades de pasto revisadas. Los números de la bibliografía corresponden con los que figuran al final de cada referencia bibliográfica entre paréntesis. Tipo de fuente de los números de la bibliografía, véase texto.**

Comunidades	n	Método 2	95% c.l.	Método 8	95% c.l.	Bibliografía
Arrhenatherion-Intensivo	5	870,4	114,8			3, 10, 12
Arrhenatherion-Intermedio	3	528,3	68,7			3, 10, 15
Arrhenatherion-Pastoreo	2	423,5	933,2	302,0	717,4	3, 15
Arrhenatherion-Bromion	8	518,6	149,6	375,1	115,0	9, 11, 12
Bromion erecti	15	483,1	82,0	321,7	50,6	1, 5, 11, 13, 19, 20
Triseti-Polygonion	4	335,4	47,9	234,3	36,8	2, 21
Majadas (Polygonion-Rumicion)	2	447,5	1914,3	320,4	1471,5	8, 11
Comun. de Festuca paniculata	4	467,4	168,2	311,6	100,4	4, 19
Nardion strictae	22	377,6	57,0	302,8	63,2	1, 4, 5, 11, 13, 19
Bromion-Nardion	6	538,3	75,1	357,7	68,7	5, 19
Molinietalia	1	255,6		172,9		8
Caricion nigrae	2	355,9	583,6	250,1	448,6	4, 11
Nardion-Festucion eskiae	1	182,3		116,6		4
Festucion eskiae	12	658,2	257,1	510,8	268,6	4, 6, 16, 18, 19
Ononidion striatae	3	483,4	408,5	377,8	334,1	5
Primulion intricatae	6	296,7	127,7	182,8	66,3	1, 7, 13, 14
Festucion gautieri	10	116,1	35,2	73,2	36,8	1, 11, 17
Gleras (Iberidion spathulatae)	1	27,2				Datos propios
Salicetea herbaceae	2	155,0	63,5	95,6	48,8	16
Elyniion myosuroidis	2	210,0	381,2	137,9	293,0	16

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha contado con la financiación del proyecto AMB97-0990 del Plan Nacional (CICYT). Agradecemos a los autores de las obras consultadas, especialmente de los trabajos inéditos, la facilitación de sus datos para esta revisión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 4 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. Consejo Protección Naturaleza de Aragón nº 28. 317 pp. Zaragoza. (España)
- 2 ASCASO, J.; FERRER, C., 1993. Valoración agronómica de los pastos de puerto del Valle de Benasque (Pirineos). Clasificación, valor forrajero y carga ganadera. *Pastos*, **23**, 99-127.
- 3 BALENT, J., 2000. Complementary files based on the literature. *REU Technical Series, FAO*, **62**, 90-120.
- 4 BAS, J., 1993. *Les pastures supraforestals a la Vall Ferrera i la Vall de Cardós (Pallars Sobirà)*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I.A. Lleida. (España).
- BRAUN-BLANQUET, J., 1948. *La Végétation Alpine des Pyrénées Orientales*. Monografía Estación Estudios Pirenaicos. 306 pp. Barcelona. (España).
- BURKE, I.C.; LAUENROTH, W.K.; PARTON, W.J., 1997. Regional and temporal variation in net primary production and nitrogen mineralization in grasslands. *Ecology*, **78**, 1330-1340.
- 5 CANALS, R. M., 1992. *Dinámica de l'herba i qualitat de les pastures subalpines del Plá de Rus (Pirineu Oriental)*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I.A. Lérida. (España)
- 7 COSTA, F., 2000. Complementary files based on the literature. *REU Technical Series, FAO*, **62**, 90-120.

- 6 CHOCARRO, C.; FILLAT, F., 1996-97. Datos inéditos de la Canal de Izas (Pirineo oscense).
- 8 FERRER, C., 1981. *Estudio geológico, edáfico y fitoecológico de la zona de pastos del Valle de Tena (Huesca)*. Institución Fernando el Católico (CSIC). 304 pp. Zaragoza. (España).
- 9 FERRER, C., 1988. Los recursos pascícolas del Pirineo Aragonés. Reunión Científica de la SEEP. Vol. XXVIII, pp. 23-35, Jaca. Huesca. (España)
- 10 FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de regadio de los fondos del valle de Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. *Reunión Científica de la S.E.E.P.* Vol. XXX pp. 168-175. S. Sebastian. (España).
- 11 FERRER, C.; ASCASO, J.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A., 1991. Evaluación de pastos de montaña (Pirineo Central): Fitocenología, valor pastoral, producción y calidad. *Reunión Científica de la SEEP.* Vol. XXXI, pp. 189-196. Murcia. (España).
- 12 FILLAT, F.; GODED, L.; PARDO, F.; REINÉ, R.; CHOCARRO, C.; FANLO, R., 1999. The primary production and vegetation characteristics of some Pyrenean Aragonese meadows and their relationship with climate and management. *Options méditerranéennes* **B-27**, 139-154.
- 13 GÓMEZ, D.; CASTRO, P.; ALDEZABAL, A., 1997. Species richness, biomass and plant production in subalpine plant communities in the Spanish Pyrenees. *36th Int. Symp. of International Association for Vegetation Science*. pp. 101-111. Univ. de La Laguna. Tenerife. (España).
- GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; REMÓN, J.L., 2002. Clave simplificada para la determinación de los prados y pastos pirenaicos. *Reunión Científica de la SEEP.* Vol. **XLII**. Lleida. (España).
- 14 GRIGNANI, C., PASCAL, G.; REYNERI, A., 1990. Structure et qualité de différentes espèces et pelouses d'alpages (Alpes italiennes). *Fourrages*, **122**, 159-174.
- 15 HEREU, M.; FANLO, R., 1992. Recursos pratenses de la Vall d'Assua (P. Sobirá): tipificación, calidad y producción. *Reunión Científica de la SEEP.* Vol. XXXII, pp. 224-228, Pamplona. (España).
- 16 LABROUE, L.; TOSCA, C., 1977. Dynamique de la matière organique dans les sols alpins. *Bull. Ecol.*, **8**, 289-298.
- 17 MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D., 2002. Valoración forrajera de los pastos de *Festuca gautieri* (Hackel) K. Richt en el Pirineo aragonés. *Reunión Científica de la SEEP.* Vol. **XLII**. Lleida. (España).
- 18 NEGRE, R.; GHIGLIONE, C.; MARC, P., 1987. Productivité et valeur fourragère des gispetières pyrénéennes. *I Coll. Int. de Botanique Pyrénéenne, La Cabanasse*. pp. 379-398, Toulouse. (Francia).
- RAM, J., SINGH, J.S. AND SINGH, S.P., 1989. Plant biomass, species diversity and net primary production in a Central Himalaya high altitude grassland. *Journal of Ecology*, **77**, 456-468.
- 19 REMÓN, J. L., 1997. *Estructura y producción de pastos en el Alto Pirineo Occidental*. Tesis doctoral. Universidad de Navarra. Pamplona. (España).
- RIKHARI, H.C.; NEGI, G.C.S.; PANT, G.B., RANA, B.S.; SINGH, S.P., 1992. Phytomass and primary productivity in several communities of a Central Himalayan alpine meadows, India. *Arctic and Alpine Research*, **24**, 344-351.
- SALA, O.E.; BIONDINI, M.E.; LAUENROTH, W.K., 1988. Bias in estimates of primary production: an analytical solution. *Ecological Modelling*, **44**, 43-55.
- 20 SEBASTIÁ, M. T.; CANALS, R. M., 1992. Evolución de la biomasa de los grupos taxanómicos y funcionales de plantas en comunidad pascícolas pirenaicas. *Orsis*, **7**, 113-124.
- SINGH, J.S.; LAUENROTH, W.K.; STEINHORST, R.K., 1975. Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *The Botanical Review*, **41**, 181-231.
- 21 VERTES, F., 1984. Etude phytosociologique et agronomique des prairies et alpages en moyenne Tarentaise (Savoie). *Documents d'Écologie Pyrénéenne*, **III-IV**, 137-146.
- WALKER, M.D.; WEBBER, P.J.; ARNOLD, E.H.; EBERT, D., 1994. Effects of interannual climate variation on aboveground phytomas in alpine vegetation. *Ecology*, **75**, 393-408.

## REVIEW OF THE ABOVEGROUND NET PRIMARY PRODUCTION (ANPP) OF THE PYRENEAN MOUNTAIN GRASSLANDS

### SUMMARY

We re-examine production data corresponding to most of alpine grasslands communities in the Pyrenees. Data are re-elaborated following methods established by Sing *et al.* (1975) and regression equations between them are calculated. Significant differences between estimation methods and communities were found (Anova,  $F = 13, 3$  y  $13,9$ ;  $p < 0,001$ ). *Festucion gautieri* and *F. eskiae* have the lowest ( $116,1 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) and highest ( $658, 2 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) production values respectively. These data can be usefull for Pyrenean summer pasture management plans.

**Key words:** summer pastures, Pyrenees, alpine grasslands, plant production, biomass.