



escuela
politécnica
superior
de huesca



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

“PROCEDIMIENTOS BOTÁNICOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD FORRAJERA DE LOS PRADOS DE SIEGA DEL PIRINEO ARAGONÉS”

Autora

MARÍA DEL CARMEN VÍLCHEZ BADORREY

Director

D. RAMÓN REINÉ VIÑALES

Titulación

INGENIERO AGRÓNOMO

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA

JUNIO 2013

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan

<http://zaguan.unizar.es>

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

SUMMARY

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. LOS PRADOS DEL PIRINEO ARAGONÉS.....	4
1.1.1. Clasificación.....	5
1.1.2. Origen.....	7
1.2. MEDIO PRODUCTIVO.....	8
1.2.1. Localización geológica.....	8
1.2.2. Litología.....	8
1.2.3. Edafología.....	9
1.2.4. Condiciones Climáticas.....	9
1.3. PRÁCTICAS DE MANEJO.....	12
1.3.1. La siega.....	12
1.3.2. La conservación de la hierba.....	14
1.3.3. El pastoreo.....	15
1.3.4. La fertilización.	16
1.3.5. Riego y drenaje.....	17
1.4. INTERÉS ECOLÓGICO.....	17
1.4.1. Hábitat de Interés Comunitario 6510.....	20
1.4.2. Hábitat de Interés Comunitario 6520.....	23
1.5. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD FORRAJERA.....	25
1.5.1. Métodos Zootécnicos.....	26
1.5.2. Métodos Químicos.....	27
1.5.3. Métodos Botánicos.....	32
2. OBJETIVOS.....	34

3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	35
3.1. MUESTREO DEL MATERIAL VEGETAL.....	35
3.2. ANÁLISIS FLORÍSTICO.....	36
3.3. VALORACIÓN BOTÁNICA 1: VALOR PASTORAL.....	38
3.4. VALORACIÓN BOTÁNICA 2: MÉTODO COMPLEX.....	39
3.5. VALORACIÓN QUÍMICO-BROMATOLÓGICA.....	43
3.5.1. Análisis en laboratorio.....	43
3.5.2. Valor Relativo del Forraje.....	45
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	46
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. ANÁLISIS FLORÍSTICO.....	47
4.2. MÉTODOS BOTÁNICOS.....	47
4.3. ANÁLISIS QUÍMICO-BROMATOLÓGICO.....	50
4.4. COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS.....	51
5. CONCLUSIONES.....	55
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
7. ANEXOS.....	63

Anexo 1: Riqueza florística de las muestras y coberturas de gramíneas, leguminosas y “otras”

Anexo 2: Resultados de las valoraciones botánicas

Anexo 3: Resultado de las valoraciones químico-bromatológica

AGRADECIMIENTOS

Ante todo quiero dar las gracias a mi tutor, Ramón Reiné, por preocuparse y ayudarme en todo momento en la elaboración de este Proyecto Fin de Carrera.

Y por supuesto a mi familia, por todos los ánimos y todo el apoyo que me han brindado.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

El estudio del presente trabajo trata de la estimación de la calidad forrajera en 160 prados de siega muestreados en el Pirineo Aragonés. Para ello, se ha partido de la información de un trabajo previo que incluye unos inventarios fitosociológicos y sus análisis bromatológicos correspondientes. Para determinar la calidad forrajera se aplicaron los dos métodos de valoración botánica más utilizados: el del Valor Pastoral (VP) de Daget-Poissonet (Daget y Poissonet, 1972) y el “Complex” de Sostaric y Kovacevic (Sostaric y Kovacevic, 1974). A partir de la analítica química se estimó el Valor Relativo del Forraje según la metodología de Calsamiglia (1997).

Analizando mediante distintos métodos estadísticos los 14 parámetros resultantes relativos, a la vegetación de los prados, a las estimaciones de calidad botánica y a la calidad bromatológica del forraje se concluye en primer lugar que es más aconsejable la utilización del método del Valor Pastoral que el Complex, al ser el primero mucho más sencillo de utilizar y estar ambos altamente correlacionados.

Sin embargo, se ha obtenido una correlación negativa entre los resultados de calidad de los métodos botánicos y de los químicos, lo que se explica porque en estos últimos se analiza toda la hierba incluyendo plantas tóxicas, plantas mecánicamente perjudiciales y plantas no apetecibles, que el ganado no consume o no debería consumir, casi todas las del grupo “otras”, que sí son despreciadas por los métodos botánicos. Estos métodos deberían primar sobre los químicos sobre todo en prados con alta riqueza específica y altas coberturas del grupo “otras”, sobre todo si se consumen en pastoreo.

SUMMARY

The study of this work treats of the estimation of the quality forage in 160 hay meadows sampled in the Aragonese Pyrenees. Therefore it has started from the information of a previous work including a phytosociological inventories and their corresponding bromatological analysis. The two most widely used botanical valuation methods were applied to determine the forage quality: the Pastoral Value (PV) of Daget-Poissonet (Daget and Poissoent, 1972) and the "Complex" of Sostaric and Kovacevic (Sostaric and Kovacevic, 1974). The Relative Value of the Forage according to the Calsamiglia methodology of (1997) was estimated from the chemicals analytics.

Using different statistical methods analysing 14 parameters resulting relative to the greenery of the meadows, the estimates of botanical quality and bromatological forage quality is concluded, first, that it is more advisable to use the method of the Pastoral Value to the Complex, to be the first much easier to use and be both highly correlated.

However, a negative correlation has been obtained between the quality results of the botanical and chemicals methods, which explains because in the above mentioned the whole grass is analyzed including toxic plants, mechanically harmful and unpalatable plants, which the livestock does not consume or it should not consume, almost all those of the group "others", which themselves are despised by the botanical methods. These methods should prevail on the chemicals especially in meadows with high species richness and high coverages of the group "others", especially if it is consumed in green matter.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. LOS PRADOS DEL PIRINEO ARAGONÉS

Un prado, según el Nomenclátor básico de pastos en España, es una “comunidad vegetal espontánea, densa y húmeda, siempre verde, producida por el hombre, que puede ser aprovechado por siega o pastoreo, indistintamente” (Ferrer *et al.*, 2001). A diferencia con los pastos supraforestales de gestión comunal que tienen un aprovechamiento exclusivo de diente, los prados exigen un propietario para su producción y mantenimiento (Montserrat, 1977).

En los sistemas montañosos del norte peninsular la hierba producida en los prados, una vez henificada o ensilada, permite la estabulación invernal y con ello el mantenimiento de las ganaderías semiextensivas basadas en el aprovechamiento estival de los pastos. Prados y pastos de esta manera se complementan y proporcionan al animal una dieta más equilibrada que la obtenida a partir de otros monocultivos forrajeros (Fillat *et al.*, 2008).

Hoy día, en la ganadería de herbívoros, es una exigencia la búsqueda de un compromiso para conciliar la eficiencia económica y la medioambiental. De ahí que el valor ecológico y patrimonial de estos prados sea muy alto, ya que protege de la erosión, mantiene las laderas, mejora la estructura y fertilidad del suelo, y en función de su manejo (número de cortes, riego, abonado) además de producir recursos alimenticios, proporciona un reservorio de biodiversidad florística y faunística elevada y única, siendo ésta un buen indicador de su valor ecológico y patrimonial, pero también de su funcionamiento y de la sostenibilidad de su uso (Reiné *et al.*, 2010).

En España, la mayor parte de los prados los encontramos en clima atlántico (Cornisa Cantábrica) o en los fondos de los valles de las montañas, como es el caso del Pirineo Aragonés, donde los prados constituyen el recurso fundamental de las explotaciones ganaderas de rumiantes, especialmente vacuno.

Hay que destacar que los prados del Pirineo Aragonés se asientan sobre altitudes que oscilan entre 900 y 1500 metros sobre el nivel del mar, con pendientes muy variables, con todas las exposiciones y sobre sustratos muy diversos (desde claramente ácidos a neutros o neutro-básicos). Por lo tanto, en la biodiversidad de los

prados interviene de forma concomitante tanto el medio físico como su manejo o gestión (Reiné *et al.*, 2008).

1.1.1. Clasificación

Las condiciones de montaña no permiten una gestión homogénea y las praderías pirenaicas son un mosaico de diferentes tipos de prados. La accesibilidad de las parcelas y su distancia al pueblo condicionan su manejo, de tal forma que se pueden diferenciar en un gradiente altitudinal, desde los prados próximos al núcleo urbano hasta los pastos supraforestales. De esta manera se clasifican en:

a) **Prados de siega:** son aquellos que permiten ser segados para el aprovechamiento del forraje en verde o para la obtención de heno como puede observarse en las Figuras 1 y 2. Atendiendo a su localización se pueden organizar en dos tipos:

- Prados de fondo de valle

Se localizan, como su propio nombre indica, en los fondos de valle donde se encuentran los suelos más fértiles. Gracias a la fácil accesibilidad y a la, normalmente cercanía a los pueblos, el ganadero suele manejarlos de una manera más intensiva: mayores niveles de fertilización, posibilidad de riego, etc. Por todo ello, se tratan de los prados más productivos (Marinas *et al.*, 2000).

- Prados de ladera

Localizados en las laderas de los valles de montaña, sobre suelos pobres, poco desarrollados y profundos y con una fuerte erosión. Su difícil acceso hace que este tipo de prados no sufran un manejo intensivo, con lo que las producciones son menores aunque favorecen el mantenimiento de la diversidad (Marinas *et al.*, 2000).



Figura 1.- Prados de fondo del valle de Aisa.

(Fuente: *Reiné et al.*, 2009a)



Figura 2.- Prados de ladera de montaña en San Juan de Plan.

(Fuente: *Chocarro et al.*, 2009)

b) **Prados sólo de diente o de pasto:** son aquellos que únicamente se aprovechan para pastoreo, es decir no se utilizan para la producción de forraje que servirá de alimento cuando el ganado esté estabulado. Las parcelas que ocupan hoy

en día eran las que, antiguamente, se dallaban a mano debido al difícil acceso con maquinaria (Chocarro y Reiné, 2008).

1.1.2. Origen

Los prados de siega del Pirineo aragonés son relativamente recientes, posiblemente su generalización se dio por los años cincuenta. Proceden en su mayoría de los antiguos campos de cereal de autoabastecimiento, que se transformaron en cultivos forrajeros para la alimentación del ganado, fundamentalmente ovino trashumante. Éste subía a los pastos de “puerto” en verano, aprovechaba los rastrojos de cereal en otoño y bajaba en invierno al Prepireneo o al valle del Ebro (Lasanta, 1989).

Esta transformación agrícola-ganadera fue un proceso lento que se dio en las montañas de toda Europa, destacando que en algunos valles como Benasque comenzó hacia el 1800, mientras que en otros más inaccesibles como el de Gistaín finalizó a finales del 1900. En el Pirineo oscense dicho cambio se vio favorecido además por unas condiciones ambientales más idóneas para el prado que para el cultivo del cereal y por el fomento que la administración realizó de los cultivos forrajeros (Reiné, 1998).

El aumento de intercambios económicos con otras zonas originó una mayor especialización y el Pirineo comenzó a importar productos agrícolas, mientras la ganadería se convertía en su principal actividad. Además, muchos pastos de invierno de la tierra llana desaparecieron por su puesta en regadío y el Pirineo sufrió una fuerte emigración, por lo que se abandonó la trashumancia y parte del ganado ovino se sustituyó por vacuno, mejor adaptado a la estabulación (Reiné, 1998).

La instalación de los prados se efectuó a partir de especies herbáceas autóctonas procedentes de los claros de bosque, de las zonas húmedas y de la vegetación ruderal (Chocarro *et al.*, 1990b). Cabe destacar que el propio manejo de los prados fue el encargado de seleccionar determinadas plantas y eliminar otras menos tolerantes al corte mecánico, el diente y pisoteo del ganado, etc. En otras ocasiones, se crearon nuevos prados mediante la siembra artificial con especies forrajeras (alfalfa, trébol, esparceta, veza o alguna gramínea) (Puente y Sesé, 2008).

1.2. MEDIO PRODUCTIVO

Los pastos están influenciados por muchos factores “ambientales” o “ecológicos”, que actúan favoreciendo o limitando las plantas y provocando el dinamismo de la vegetación. Se pueden separar los factores de tipo físico (abióticos) de los relacionados con los seres vivos (bióticos), con la actividad animal y, particularmente, con la gestión del hombre (Chocarro y Reiné, 2008).

1.2.1. Localización geológica

El Pirineo aragonés se compone de cuatro unidades geomorfológicas de orientación Oeste – Este. De Norte a Sur reciben los siguientes nombres: Zona Axial, Sierras Interiores, Depresiones Medias y Sierras Exteriores (Martí, 1978).

Las Sierras Interiores forman una alineación situada entre el Pirineo Axial y los materiales del *Flysch* eoceno y están compuestas por areniscas y calizas, procedentes del Cretácico y el Terciario. No presentan relieves muy elevados, pero en ellas diversos procesos morfológicos (de erosión fluvial, movimientos de masa, etc.) han originado el relieve actual en el que se encuentran gargantas abruptas y valles transversales a la alineación Oeste – Este. En las laderas y los fondos de estos valles se sitúan los prados de siega (Chocarro y Reiné, 2008).

1.2.2. Litología

La litología de los Pirineos se esquematiza en tres tipos de materiales atendiendo a su naturaleza química: el silícico ácido (granito, diorita, pizarra, cuarcita) predominante en el Pirineo Axial; el silícico básico (basalto) de la parte Este y el calizo, abundante en las Sierras Interiores, Exteriores y Depresión Media (Figura 3).

El tipo de roca madre influye en propiedades del suelo como: textura, infiltración, fertilidad natural (pH, saturación de bases), tipo de arcillas, color, etc. De esta manera los suelos desarrollados sobre margas presentan texturas más finas y pH más altos que los desarrollados sobre granitos. La influencia del material original es generalmente más acusada en suelos jóvenes y en zonas secas y va disminuyendo a medida que actúan los procesos formadores (Badía *et al.*, 2008).

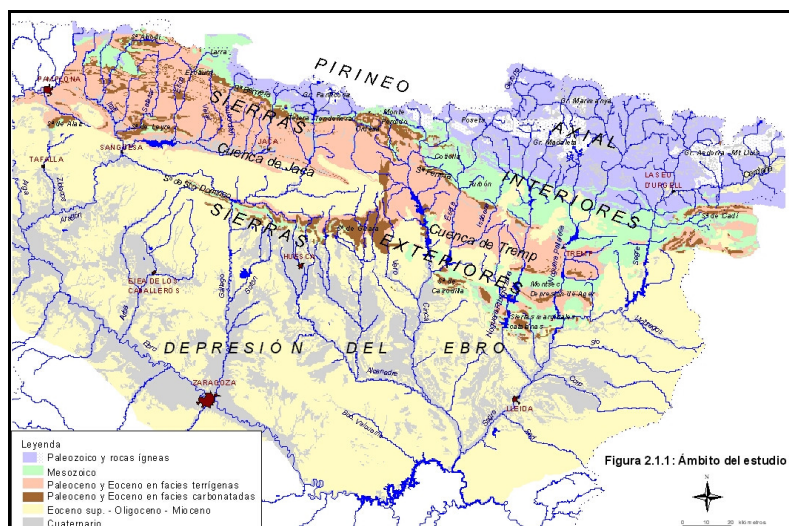


Figura 3.- Ilustración de la distribución litológica de los Pirineos.

(Fuente: <http://www.chebro.es>)

1.2.3. Edafología

Los prados de siega se desarrollan sobre sustratos eutróficos y oligotróficos: de naturaleza ácida o básica. Los suelos suelen presentar buenas características de materia orgánica, capacidad de retención de humedad, fertilidad y, además, un grado de desarrollo elevado gracias a su aprovechamiento, que acelera los ciclos de nutrientes y materia orgánica y mantiene una alta tasa de saturación del complejo adsorbente del suelo. No obstante, como hemos comentado anteriormente, su intenso aprovechamiento conlleva la extracción de cantidades considerables de materia orgánica y nutrientes, que no pueden ser repuestos por las entradas procedentes de la atmósfera y los procesos de descomposición de la roca madre, por lo que resulta imprescindible la fertilización, así como la incorporación de enmienda orgánica (San Miguel, 2001).

1.2.4. Condiciones climáticas

El caso del Pirineo aragonés es un límite que coincide con la cota de los 1000 metros de altitud sobre el nivel del mar y separa un área norte con prados de montaña (zona de los *Valles* en la provincia de Huesca) de otra sur (más apta para los cereales de invierno). Su clima se caracteriza por estar doblemente influenciado (Badía *et al.*, 2008).

La disminución general de las precipitaciones desde el Atlántico y la importancia de las altas temperaturas debida a la situación meridional, determinan que en el Norte de España se de el límite sur de la distribución europea del fresno de hoja ancha *Fraxinus excelsior* (Figura 4). Se trata de una franja en la que las precipitaciones superan los 1000 milímetros anuales y su amplitud disminuye desde Galicia hacia el Pirineo. A su vez, se identifica con los ambientes adecuados para prados, ya que fresnos y prados coinciden en todos estos paisajes del norte de España (Marcén, 2010).

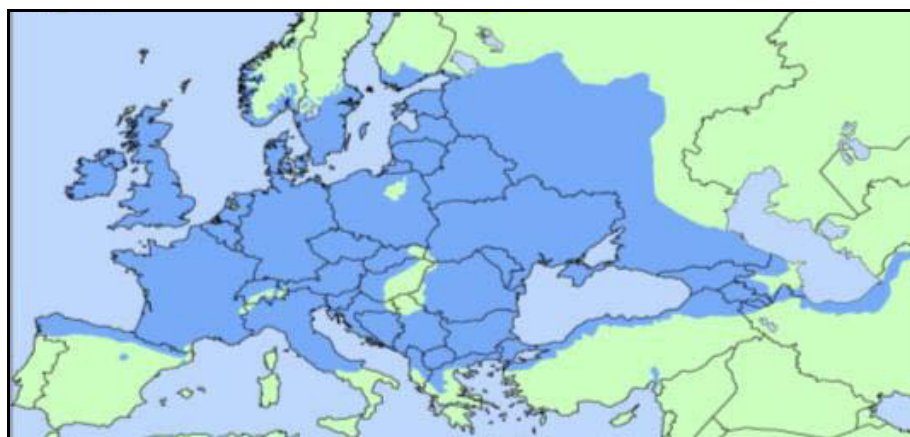


Figura. 4- Distribución Europea de *Fraxinus excelsior*.

(Fuente: Marcén, 2010)

Por lo tanto, por una parte nos encontramos con la influencia Oceánica o Montana, más predominante conforme nos acercamos a la zona más occidental y se caracteriza por la presencia de oscilaciones térmicas moderadas, lluvias abundantes, y ligera o nula sequía estival. La segunda influencia es la Mediterránea, predominante en la zona más continental, la cual presenta menores precipitaciones que acompañadas a una gran oscilación de las temperaturas, dan lugar a un elevado déficit hídrico durante los meses de verano como puede apreciarse en la (Figura 5).

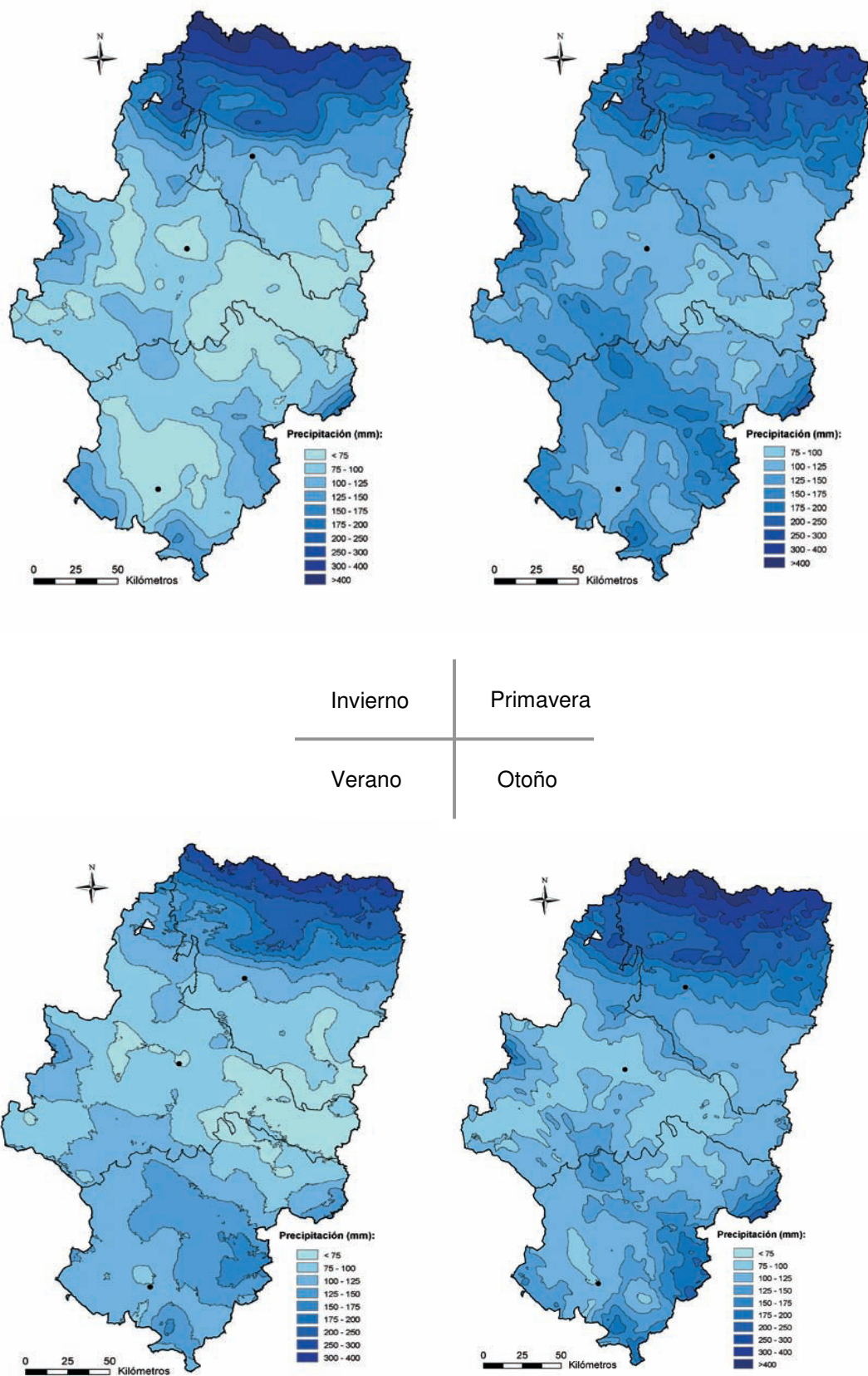


Figura 5.- Precipitaciones estacionales de la comunidad de Aragón.

(Fuente: <http://www.portal.aragon.es>)

1.3. PRÁCTICAS DE MANEJO

Las prácticas agrarias básicas que se suelen realizar en los prados de montaña son las siguientes: siega, pastoreo, fertilización orgánica, posibilidad de riego-drenaje y el manejo relacionado con la conservación de la hierba. Es importante destacar que el cultivo de los prados lleva asociado un ahorro energético importante con respecto al cultivo tradicional de cereales ya que normalmente no se realiza laboreo del suelo.

1.3.1. La siega

Se trata del aprovechamiento principal de los prados de montaña y consiste en el corte y recolección de la hierba que servirá de alimento al ganado estabulado en invierno. Comienza en junio y se lleva a cabo de forma escalonada en el gradiente altitudinal, comenzando por los prados más bajos. El momento óptimo del corte es un compromiso entre la producción a obtener y su valor nutritivo, aunque se debe pensar también en el rebrote posterior y en el método elegido para la conservación de la hierba (Figura 6). Normalmente el número de siegas anuales depende de las condiciones de temperatura y precipitación, además de que cada corte introduce modificaciones en la composición florística, al igual que lo hace la variación en el intervalo entre cortes y la práctica de la enmienda y la fertilización (San Miguel, 2001).

En los valles atlánticos del País Vasco y la Cornisa Cantábrica con temperaturas algo más amortiguadas y sin déficit hídrico estival, se dan hasta cinco cortes anuales (Amella y Ferrer, 1990). Sin embargo las condiciones climáticas del Pirineo aragonés reducen sensiblemente el periodo de crecimiento de la hierba a 4-5 meses. En estos casos sólo es posible la realización de un buen corte, aunque con riego suplementario estival puede darse un segundo a finales de agosto, siempre de menor producción (Chocarro y Reiné, 2008).

Según los resultados de un estudio realizado en los prados de siega del Pirineo aragonés (Maestro *et al.*, 1990), se llegó a la conclusión de que el máximo de producción se obtiene ya a primeros de junio, si bien muchas parcelas no se siegan hasta la primera quincena de julio, con la correspondiente pérdida de calidad. Esta práctica tiene su justificación en dos hechos: a primeros de julio hace más calor y el riesgo de lluvias es menor, por lo que la henificación tiene más garantías de éxito (Barrantes *et al.*, 2008) (Figura 7).



Figura 6.- Prados de siega de montaña pirenaicos en el valle de Broto (Pirineo Central). El estado de floración de la hierba indica la proximidad de la siega.

(Fuente: Reiné *et al.*, 2009a)



Figura 7.- Prados de siega de montaña pirenaicos en la localidad de Fragen (valle de Broto, Pirineo Central). En las parcelas centrales ya se han realizado labores de la siega, a las que seguirán las de henificado.

(Fuente: Reiné *et al.*, 2009a)

1.3.2. La conservación de la hierba

La elección del método de conservación de la hierba depende de varios factores, entre los que destacan: el microclima, el tipo de vegetación, el destino de la producción, la tradición de la zona y las posibilidades de mecanización. En el Pirineo los métodos que más frecuentemente se utilizan son: el henificado y el ensilado en rotopacas.

- El **henificado** es el procedimiento más tradicional de conservación de la hierba que consiste en el secado natural al sol hasta alcanzar contenidos de humedad próximos al 20% y posterior almacenamiento en forma de pacas (Figura 8). Da buenos resultados para la producción de carne en ganado ovino y vacuno, aunque como limitación, requiere de buen clima tras el corte (unos cinco días con condiciones favorables). Su retraso hace que los forrajes estén ya en floración avanzada, con contenidos de mucha fibra y poca proteína, lo que produce henos de baja calidad. Cuando se alcanza esta situación es mejor ensilar.



Figura 8.- Conservación de la hierba mediante henificado.

(Fuente: <http://www.navarraagraria.com>)

- En **ensilado** es un modo de conservar el forraje “en verde”, con una humedad entre el 60-75%. Está especialmente recomendado para el ganado vacuno de leche y engorde de terneros, y tiene la ventaja de su independencia respecto a las condiciones climáticas. Implica una serie de procesos de fermentación de carácter aeróbico al principio y anaeróbico después, para los que requiere una serie de condiciones: de sellado, de compactación, de temperatura (20-30° C) y de pH (3-4) (Chocarro y Reiné, 2008). En la actualidad se está imponiendo el ensilado en rotopacas (Figura 9), que sustituye a los tradicionales silos-zanja, trinchera o torre.



Figura 9.- Conservación de la hierba mediante ensilado en rotopacas.

(Fuente: <http://es.123rf.com>)

1.3.3. El pastoreo

Se trata del segundo modo de aprovechamiento de los prados, en la mayoría de las ocasiones complementario a la siega. El pastoreo se realiza en dos épocas del año. En primavera los animales aprovechan la brotación inicial, al mismo tiempo que se consigue retrasar provechosamente la fecha del primer dallado de verano, momento de mayor frecuencia y duración de períodos secos que aseguran la henificación. Tras este pastoreo, el ganado es trasladado progresivamente, primero a los prados sólo pastados, después a los pastos intermedios y por último a los pastos de puerto donde el ganado estiva entre dos meses y medio y tres meses. Transcurrido este período el ganado baja gradualmente a los prados, que después de su corte tienen una última oferta de hierba que los animales aprovechan a diente. Finalmente, tras el pastoreo otoñal, los animales son estabulados durante el invierno (Reiné, 1998).

A su vez el pastoreo también influye en la composición florística de los pastos herbáceos ya que suele favorecer a las especies de porte más rastrero, con yemas de reemplazo situadas a ras de suelo o bajo el mismo, y también a las especies capaces de reproducirse con facilidad mediante procedimientos vegetativos.

1.3.4. La fertilización

Las extracciones en nutrientes de la hierba deben de ser compensadas por nuevos aportes al suelo, que habitualmente se realiza mediante abonado orgánico. Éste se reparte a la salida del invierno-comienzos de la primavera, bien en forma de estiércol, o como purín de ganado vacuno, siendo minoritario el uso de abonos minerales.

- El **estiércol** está constituido por las deyecciones y las “camas” recogidas de los establos, formará humus que mejorará la estructura del suelo así como la disponibilidad de nutrientes. Las dosis que se aplican en estos prados fluctúan entre las 20 y 25 toneladas de materia fresca por hectárea y año, y es importante recordar que antes de su vertido, el estiércol debe estar bien reposado (Bernués, 1996).

- El **purín** de vacuno es una mezcla semilíquida compuesta por las deposiciones sólidas, las líquidas y el agua. Es más rico en nitrógeno amoniacal, potasio y calcio que el estiércol y tiene un efecto inmediato sobre la producción con un espectacular impulso en el crecimiento primaveral de las especies de gramíneas. Las dosis de purín que se aplican en estos prados fluctúan entre las 30 y 35 toneladas de materia fresca por hectárea y año, y con ellas se suele cosechar más hierba, pero generalmente de peor calidad que la estercolada.

Tras hacer el balance entre lo aportado por estos abonos orgánicos y las extracciones de la hierba, normalmente en este tipo de comunidades vegetales se observa un ligero déficit sobre todo de potasio, que puede quedar compensado con lo incorporado en los dos periodos de pastoreo. Para evitar estas deficiencias, cada dos o tres años los agricultores abonan sus prados con fertilizantes inorgánicos complejos.

- El **abono mineral**, son productos químicos sintéticos ricos en fósforo, calcio, nitrógeno y potasio. Son de rápida absorción debido a su fácil disolución en agua. Un factor limitante a tener en cuenta a la hora del aporte de este tipo de abono es el alto precio que alcanza en el mercado. Se suelen utilizar complejos como el 8-5-5 a dosis que oscilan entre los 300-350 kg/ha (Fillat *et al.*, 2008).

En un reciente estudio realizado sobre unas parcelas de suelo ácido en A Coruña (Báez *et al.*, 2012) se ha demostrado que la incorporación de purín de vacuno mezclado con concha de mejillón pulverizada mejoraron los parámetros de fertilidad

respecto a la incorporación de purín de forma independiente. Además, desde el punto de vista del cultivo, con la aplicación de la mezcla se mantuvieron las producciones y la calidad del forraje beneficiando la persistencia del trébol en la pradera. En consecuencia, parece recomendable la utilización de este producto en las explotaciones, hecho que permitirá reducir costes directos derivados de la utilización de otros productos encalantes (Báez *et al.*, 2012).

1.3.5. Riego y drenaje

Debido a las condiciones climáticas del Pirineo, la aportación artificial de agua es necesaria para realizar un segundo buen corte (Fillat, 2003). La cantidad de agua a aportar por los riegos estaría comprendida entre los 800 y los 1200 metros cúbicos por hectárea y año. Esta práctica es mucho más frecuente en los prados de fondo de valle que en los de ladera, por las dificultades que presenta mantener los sistemas de canalizaciones en estos últimos.

Una correcta planificación del riego, así como la elección de la temperatura del agua a la hora del aporte y el método elegido, son fundamentales para obtener la máxima rentabilidad posible. El riego subterráneo es el más idóneo ya que evita un enfriamiento excesivo del suelo y del agua. Hay que tener en cuenta que la utilización de aguas muy frías y los encharcamientos más o menos permanentes suponen la invasión de especies poco apetitosas para el ganado como son algunas umbelíferas y varias ranunculáceas. Para evitar estas situaciones de anaerobiosis y de plastificación del suelo cuando se combina siega y pastoreo, se recomienda realizar labores de drenaje (Chocarro y Reiné, 2008).

El riego por aspersión es útil para “refrescar” al prado en épocas calurosas, teniendo en cuenta la hora del día en que se realiza, preferentemente al caer la tarde. Por último, el riego a manta se debe realizar con precaución, ya que puede comprimir el suelo e incluso lavar fertilizantes del suelo (Montserrat, 1977).

1.4. INTERÉS ECOLÓGICO

Los prados de siega del Pirineo aragonés están incluidos en su mayoría en la *Red Natura 2000*. Se trata de la red ecológica más grande del mundo, que garantiza el

mantenimiento o el restablecimiento de los hábitats y la fauna y flora silvestres de interés comunitario, así como la aplicación de un sistema de vigilancia para confirmar su estado de conservación favorable. Lejos de excluir las actividades humanas, la mayor parte de la red está formada por superficie privada e incluye la protección de todos los ecosistemas de la Unión Europea, preservando muy diversas especies animales y vegetales.

Hoy en día la *Red Natura 2000* representa aproximadamente un 18% del territorio terrestre de la Unión Europea y alberga los espacios protegidos en la Unión Europea donde se integran los entornos designados como **Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA)** por la Directiva de Aves (79/409/CEE) y los espacios designados para el cumplimiento de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE), conocidos en su primera fase como **Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)** y posteriormente como **Zonas Especiales de Conservación (ZEC)** tal y como muestra la Figura 10.

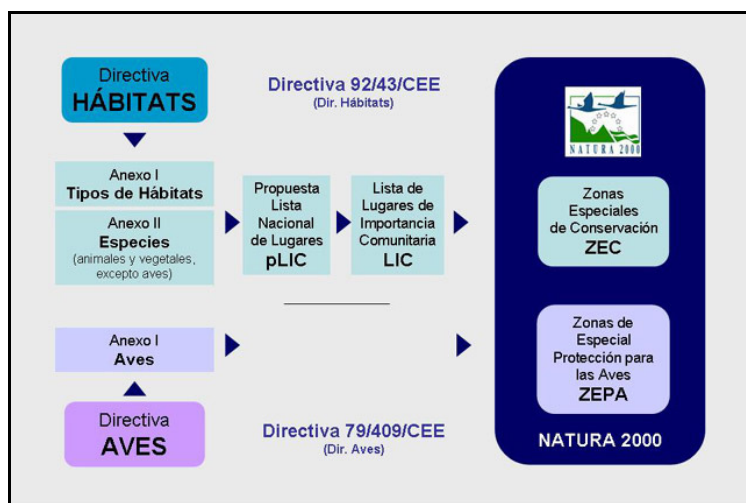


Figura 10.- Desarrollo de la *Red Natura 2000*.

(Fuente: <http://www.magrama.gob.es>)

España es el país europeo que más superficie incluye en la *Red Natura 2000*, debido a su gran biodiversidad de hábitat y especies. Según datos de la Dirección General para la Biodiversidad, España aporta una cuarta parte de las futuras ZEC y de ZEPA del total de los Estados Miembros. Los LIC propuestos alcanzan los 1.301, con una superficie total, tanto terrestre como marina, de 11.943.736 hectáreas (Figura 11).

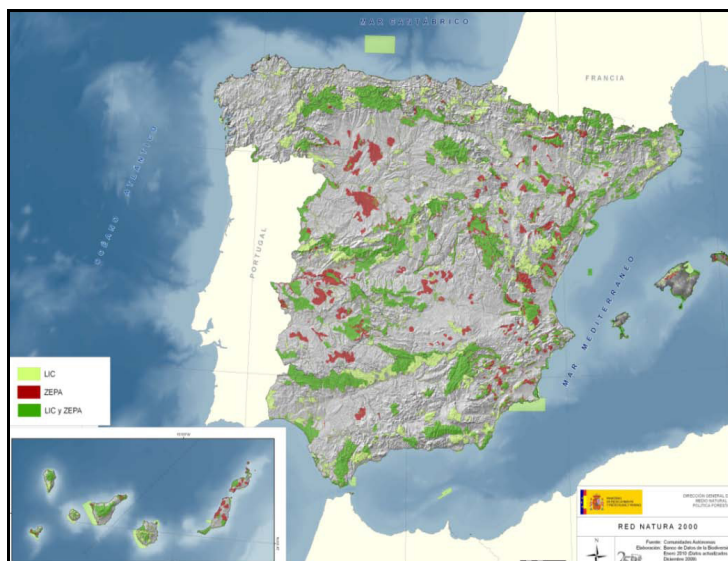


Figura 11.- Distribución de los LIC y ZEPA en el territorio español.
(Fuente: <http://www.magrama.gob.es>)

Actualmente en Aragón está constituida por 202 espacios que con sus 13.612 Km² ocupan el 28,5% del territorio de la Comunidad Autónoma tal y como puede apreciarse en la Figura 12.

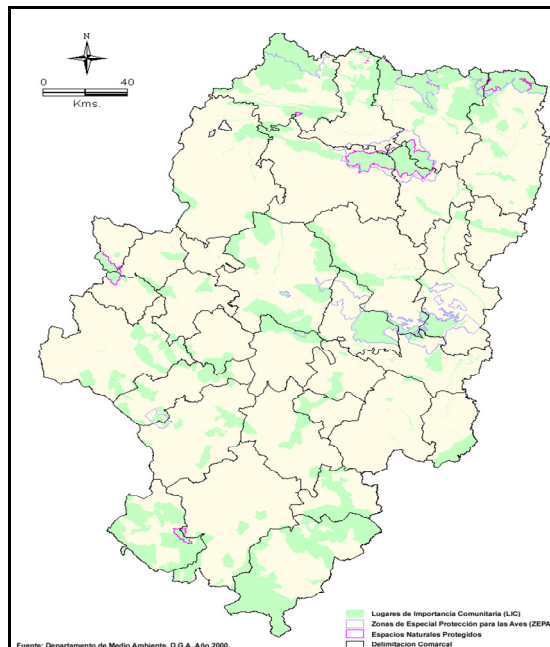


Figura 12.- Distribución de los LIC y ZEPA en Aragón.
(Fuente: <http://www.aragon.es>)

Cabe destacar que los lugares de importancia comunitaria (LIC) se estudian y se aprueban separadamente para cada región biogeográfica, de las cuales Aragón contiene dos: la Alpina, que engloba el Alto Pirineo; y la Mediterránea, que comprende

el resto del territorio. La creación de LIC en Aragón tuvo lugar en dos fases, la de los años 1997-1998 y la del año 2000. En la actualidad cuenta con un total de 1.045.779 hectáreas (814.841 hectáreas pertenecientes a la región Mediterránea y 230.938 hectáreas correspondientes a la Alpina), repartidas en 157 LIC, que suponen un 22% del territorio. Algunos LIC que incluyen prados de siega son: “Los Valles-Sur”, “Río Ara”, “Chistau” o “Río Ésera”, entre otros (Puente y Sesé, 2008).

En cuanto a las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), Aragón cuenta con un total de 45, ocupando en total una superficie de 843.338 hectáreas.

Los tipos de hábitat de interés comunitario en los que están incluidos los prados de siega del Pirineo aragonés son los designados como HIC 6510 y HIC 6520, los cuales describimos a continuación.

1.4.1. Hábitat de Interés Comunitario 6510

Los prados de siega pertenecientes a la alianza *Arrhenatherion* Koch 1926, son mesofíticos, se desarrollan sobre suelos profundos, casi siempre neutros o básicos y suelen ser abonados con estiércol y con las deyecciones directas del ganado que los pasta. Además del pastoreo, tradicionalmente han sido aprovechados mediante siega y henificación para la alimentación de invierno.

Se distribuyen sobre todo en los pisos montano y colino de la mitad norte de la Península, especialmente en la Cornisa Cantábrica y Pirineos, si bien son relativamente comunes en la submeseta norte como puede observarse en la Figura 13. Son prados que producen gran cantidad de biomasa que puede ser segada una o dos veces al año, y también, aprovechada directamente por el diente del ganado. Se trata por tanto, de prados densos, que cubren todo el suelo, con alturas de varios decímetros donde su elevada diversidad específica confiere una vistosa y espectacular floración (Reiné, 2009b).

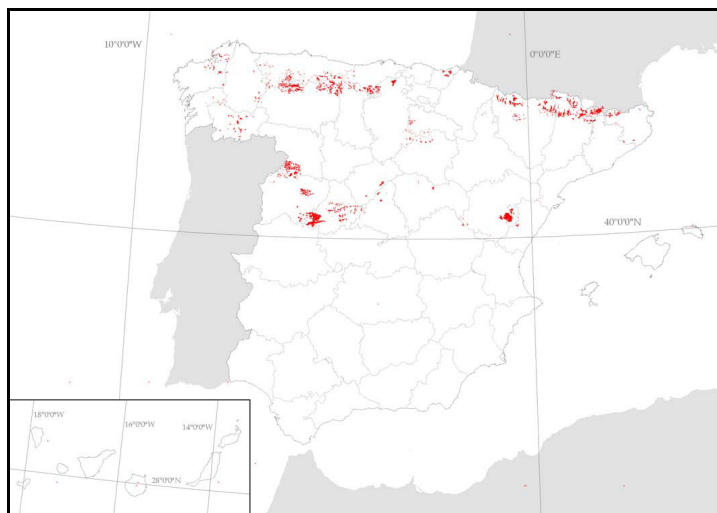


Figura 13.- Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 6510.

(Fuente: Reiné *et al.*, 2009b)

El fondo dominante es de gramíneas como *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Festuca pratensis*, *Agrostis spp.*, a las que acompañan leguminosas como *Trifolium pratense*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Vicia cracca*, y otras herbáceas de porte medio como *Centaurea jacea*, *Crepis biennis*, *Tragopogon pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Knautia arvensis*, *Pimpinella major*, *Daucus carota*, *Heracleum sphondylium*, *Campanula patula*, *Rhinanthus minor*, *Malva moschata*, *Linum bienne*, *Geranium pratense*, *Sanguisorba officinalis*, etc., una muestra de ello se refleja en la Figura 14 (Barrantes *et al.*, 2010).



Figura 14.- Prado de siega de montaña cantábrico-pirenaico. En la cobertura se aprecia el dominio de gramíneas como *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis* y *Arrhenatherum elatius*. En primer término se distingue la leguminosa *Trifolium repens*. Concejo de Mieres (Asturias). (Fuente: Reiné *et al.*, 2009b)

Los prados se asientan en pequeñas parcelas ocupando laderas y fondos de valle, separados por árboles, setos y muros de piedra formando un característico conjunto que se suele denominar pradería. Las condiciones de montaña no permiten una gestión homogénea. La accesibilidad de las parcelas y su distancia al pueblo condicionan su manejo, de tal forma que las praderías de montaña son un mosaico de diferentes tipos de prados. Es común por lo tanto encontrar en estas zonas los prados del tipo de hábitat 6510 formando teselas con otras comunidades herbáceas pratenses, algunas de las cuales podrían no estar incluidas en la Directiva 92/43/EC, aunque lo más habitual es que también sean de interés comunitario (Reiné *et al.*, 2009a).

Cuando la explotación agrícola se intensifica, fundamentalmente por el régimen de aprovechamiento a diente, aunque también por el incremento del ritmo de siegas, los prados de este tipo de hábitat pueden transformarse en comunidades de *Cynosurion cristati*, mucho más abundantes en el norte peninsular. Este otro tipo de prados son de composición florística más simple, menos diversos, de cobertura igualmente densa pero de talla más corta, con abundancia de gramíneas como *Cynosurus cristatus*, *Gaudinia fragilis*, *Lolium perenne* y *Phleum pratense*. Son comunidades no incluidas en la Directiva 92/43/EC.

En las parcelas más altas e inaccesibles, cuando la mecanización de la siega es complicada, ésta va siendo abandonada en beneficio del pastoreo. Algunas de estas parcelas sólo pastadas pueden pasar a pertenecer a la Alianza *Bromion* de la clase *Festuco Brometea*, y se incluyen entonces en el hábitat 6210: pastos vivaces mesofíticos y mesoxerofíticos sobre sustratos calcáreos de *Festuco-Brometea* (Yera *et al.*, 2009).

Tampoco se incluyen en el tipo de hábitat 6510 los vallicares de alianza *Agrostion castellanae*, comunidades también segadas pero de carácter más xérico, exclusivas de la región mediterránea, que se ubican en topografías de vaguada del centro y oeste de la Península. Esta alianza fitosociológica tampoco está incluida en la Directiva Hábitat.

Con el mismo manejo agrario que las comunidades de *Arrhenatherion*, pero situados en pisos más altos, de carácter más hidrófilo y mucho menos abundantes son los prados de la alianza *Trisetum-Polygonion bistortae* que constituyen el tipo de hábitat 6520 de la Directiva (Barrantes *et al.*, 2010).

1.4.2. Hábitat de Interés Comunitario 6520

Este tipo de hábitat de interés comunitario se distribuye en el Pirineo desde el Valle de Ribes en el Pirineo Oriental (Cataluña) hasta el Valle de Broto en el Pirineo Central (Aragón) como bien muestra la Figura 15. También se han localizado algunos puntos en la Cordillera Cantábrica (Asturias) en la zona alta del Valle de Lago y algo más fragmentados en los Valles del Salienza y del Cigüeña.

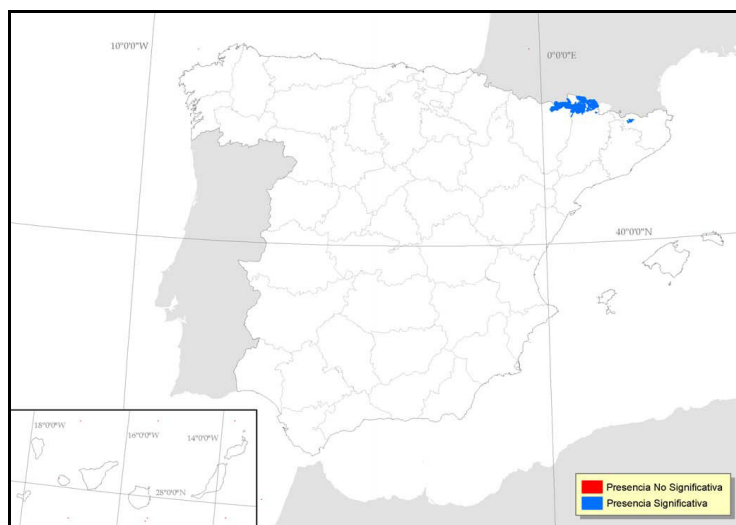


Figura 15.- Distribución geográfica en la península ibérica del HIC 6520.

(Fuente: Reiné *et al.*, 2009b)

Se trata de prados de siega instalados sobre suelos profundos y frescos, alejados del núcleo rural y próximos al bosque (generalmente con especies del género *Quercus* o *Pinus sylvestris*). Son comunidades mantenidas por acción antrópica mediante abonado primaveral, una siega tardía para heno y un pastoreo suave tanto en otoño como en primavera con ganado ovino o vacuno.

Dicho hábitat está formado por prados densos, ricos en especies que presentan dos estratos diferenciados. Especies de hoja ancha en el superior (por encima de 1 metro de altura) con *Heracleum sphondylium subsp. pyrenaicum*, *Astrantia major*, *Chaerophyllum aureum*, etc., y otro inferior donde podemos encontrar gramíneas, tréboles, compuestas, etc., una muestra de ello se refleja en la Figura 16.

Las especies características de esta alianza son: *Alopecurus pratensis*, *Polygonum bistorta* y *Trisetum flavescens*. Y comparten con los prados del hábitat 6510 gran parte de las especies como son *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*,

Trifolium pratense, *T. repens*, *Achillea millefolium*, *Tragopogon pratensis*, *Taraxacum officinale*, etc.

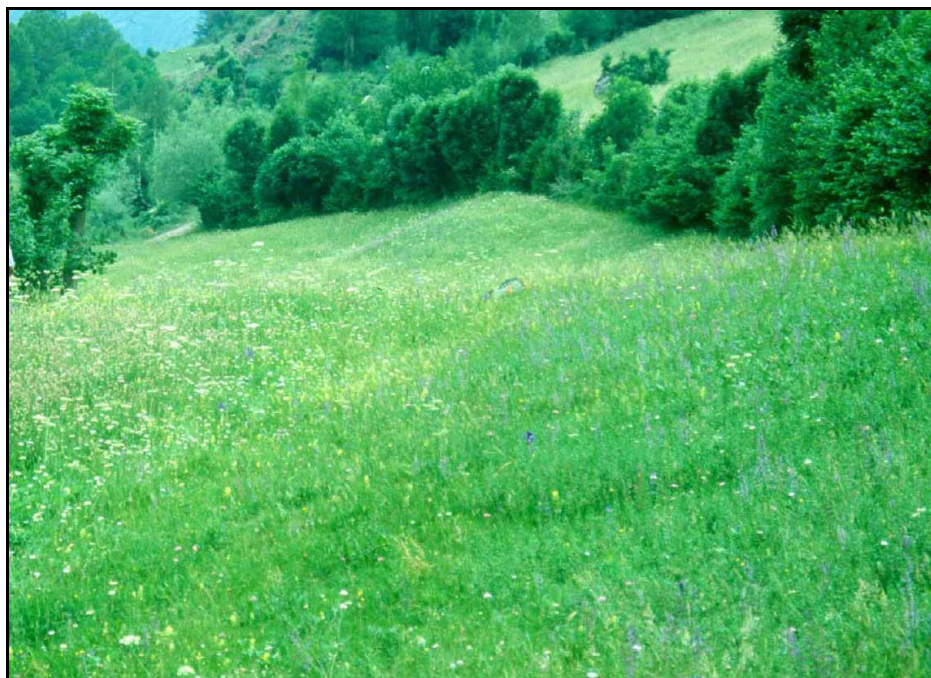


Figura 16.- Prados de siega de montaña en el Pirineo Central (San Juan de Plan. Valle de Gistaín). Pertenecientes al tipo de hábitat 6520. (Fuente: Chocarro *et al.*, 2009)

Desde el punto de vista ecológico, muestran una gran semejanza con los prados del tipo 6510, aunque con un grado de intervención humana cada vez menor, ya que son los primeros que se abandonan por su lejanía. Generalmente están situados a mayor altitud, y tienen mala accesibilidad y dificultad para la mecanización de las actividades agrícolas. Muchos de ellos actualmente sólo se utilizan mediante pastoreo. Este hecho repercute en la entrada de megaforbios en la comunidad y de especies propias de orla de bosque próximo disminuyendo su calidad forrajera (Figura 16).

Otra gran diferencia con *Arrhenatherion* es su mayor humedad edáfica. Cuando las condiciones de humedad del suelo se incrementan, proliferan especies más propias de juncales, indicando la necesidad de un buen drenaje, ya que la calidad forrajera va disminuyendo (Barrantes, *et al.*, 2010).

En un reciente estudio realizado a partir del muestreo de 104 prados repartidos por todo el Pirineo oscense (Reiné *et al.*, 2009b), los autores concluyeron que el 72%

de las parcelas pertenecían al hábitat 6510 mientras que solo el 22% eran de la alianza *Trisetum-Polygonion bistortae* (hábitat 6520).

Hay que destacar que la zona estudiada en este proyecto comprende ambos tipos de hábitats.

1.5. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD FORRAJERA

La capacidad de uso de un pasto está directamente relacionada, entre otros, con la calidad nutritiva del forraje disponible para el ganado. La determinación de este parámetro se lleva a cabo mediante la evaluación de la digestibilidad.

La digestibilidad de un forraje es la diferencia entre la cantidad consumida y la cantidad excretada con las heces. Ésta última contiene cantidades importantes de materiales de origen endógeno y microbiano (no dietético). De esta manera hay dos formas de calcular los coeficientes de digestibilidad: restando los materiales del metabolismo fecal (**digestibilidad aparente**) o sin restarlos (**digestibilidad real**). La diferencia entre ambos términos es lo que se denomina **constante metabólica**.

Como ejemplo de estas constantes se estima un valor 11,9 para las ovejas y 13,9 para las vacas, resultando por tanto una media de 12,9 de materia seca fecal de origen metabólico (Fillat *et al.*, 2008).

Según Minson (1990) la digestibilidad de las plantas herbáceas está bastante influida por su fenología, disminuyendo a medida que lo hace la proporción de tallos respecto de las hojas, ya que los primeros son menos digestibles.

Existen diversas metodologías para la determinación de la digestibilidad de los vegetales que, de manera sintética, pueden englobarse en tres grupos: métodos zootécnicos (*in vivo*), métodos químicos (*in vitro*) y métodos botánicos.

1.5.1. Métodos Zootécnicos

La determinación *in vivo* de la digestibilidad de los vegetales se realiza directamente mediante experimentos con animales en los que puede controlarse la ingesta y la excreción. Se requieren condiciones y medios adecuados, por lo que normalmente sólo se practica en centros especializados en nutrición animal.

Estos métodos pueden llevarse a cabo de dos formas distintas:

1) Mediante el uso de **jaulas metabólicas** o **cajas de digestibilidad**, las cuales están provistas de unos dispositivos que permiten controlar las raciones consumidas por los animales y recoger las heces y la orina. De este modo la digestibilidad (DMS) se determina por diferencia entre las cantidades ingeridas y excretadas, en referencia a la materia seca (MS).

El empleo de las jaulas metabólicas supone la técnica más extendida aunque presenta una serie de inconvenientes: requiere unas estructuras y personal necesario para mantener a una serie de animales de experimentación, precisa una gran cantidad del material vegetal que se quiera analizar y también necesita determinar la cantidad y composición química de la dieta y de las heces.

Además el periodo experimental debe ir precedido de un periodo preparatorio, el cual debe servir para la completa eliminación de cualquier tipo de material vegetal que no sea objeto del análisis. Para los rumiantes se establece que este periodo es de ocho a catorce días, ya que los forrajes (o sus restos) pueden permanecer durante ese tiempo en el rumen.

2) Mediante la técnica de **animales fistulados**, la cual consiste en la colocación en el rumen de unas bolsas de nylon que contienen el material vegetal objeto de análisis. Hay que destacar que, determinados factores como, la cantidad de muestra depositada en la bolsita, el tipo de muestra (grupo agronómico al que pertenece) y la dieta de los animales antes del experimento, pueden hacer variar los resultados.

Por este motivo, los protocolos utilizados por varios autores aconsejan usar tres gramos de muestra seca y molida en un saquito de nylon especial, el cual se coloca dentro del rumen del animal fistulado durante 48 horas. Posteriormente se lava y se

realiza una digestión previa con pepsina *in vitro*. A continuación se vuelve a lavar y se pesa para calcular la digestibilidad por diferencia de pesos.

Cabe comentar que dicha técnica requiere de animales fistulados, cuyo mantenimiento resulta bastante costoso, a la vez que es necesario que dichos animales estén sujetos a unas dietas especiales, antes y durante el experimento.

En ambos casos para su evaluación se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{DMS(\%)} = \frac{\text{INGESTIÓN(\%)} - \text{EXCREMENTOS(\%)}}{\text{INGESTIÓN(\%)}} \times 100$$

Debido a los inconvenientes que presentan ambas técnicas ha sido necesario el desarrollo de otros métodos más económicos y rápidos (Marinas y García González, 2008).

1.5.2. Métodos Químicos

Consisten en segar con una frecuencia estacional o simulando el ritmo del pastoreo, la biomasa producida en una determinada superficie excluida al ganado, para determinar posteriormente su producción y valor nutritivo mediante una serie de análisis químico-bromatológicos que permiten conocer la composición de la materia seca (proteína bruta, proteína digestible, fibra bruta, grasa bruta y cenizas), así como la determinación de la digestibilidad “*in vitro*”.

Dichos métodos se basan en la composición química de los alimentos de los rumiantes, los cuales son fundamentalmente de origen vegetal, incluyéndose sus constituyentes en dos tipos de estructuras: la pared celular y los contenidos intracelulares. El material vegetal a analizar está compuesto por agua y materia seca, la cual, a su vez, contiene minerales y materia orgánica, formada a su vez por glúcidos, lípidos y proteínas. Desde un punto de vista nutricional la determinación de la fibra vegetal puede llevarse a cabo mediante dos métodos: el **método Weende** y el **fraccionamiento de van Soest** (Tabla 1).

El **método Weende** se utiliza desde hace 150 años aproximadamente, Los componentes que se obtienen de este análisis son: **proteína bruta (PB)**, **extracto**

etéreo (EE), fibra bruta (FB), cenizas y, por diferencia, el extracto libre de nitrógeno (ELN).

Este sistema tiene una serie de inconvenientes, como el hecho de que la fracción fibra, teóricamente la menos digestible, a veces alcanza igual o mayor digestibilidad que la no-fibrosa. Por otra parte, la determinación de la proteína bruta asume que todo el nitrógeno está en forma de proteína, lo cual según Cherney (2000) es incorrecto. Debido a estas deficiencias se han desarrollado otros métodos más exactos de fraccionamiento de los constituyentes fibrosos de las plantas.

MÉTODO WEENDE	CONSTITUYENTES QUÍMICOS	MÉTODO DE VAN SOEST			
Proteína bruta	Proteica	Contenido celular			
	N no proteico				
Extracto etéreo	Lípidos				
	Pigmentos				
Extracto libre de nitrógeno	Azúcares				
	Ácidos orgánicos				
	Pectina				
	Hemicelulosa				
Fibra bruta	Lignina saludable en álcali			Lignina	FAD
	Lignina insoluble en álcali				
	Nitrógeno ligado a fibra				
	Celulosa				
Cenizas	Minerales insolubles en detergente	CAD	FND		
	Minerales solubles en detergente				

Tabla 1.- Contraste entre los métodos de Weende y van Soest con los constituyentes químicos de la célula vegetal (adaptada de Cherney, 2000). (Fuente: Marinas y García González., 2008)

En la actualidad el sistema propuesto y desarrollado por **van Soest** es el más difundido (Figura 17). La ventaja de esta técnica consiste en que los compuestos obtenidos, después de someter el tejido vegetal a una serie de digestiones químicas, tienen una significación biológica, acorde con el aprovechamiento que los animales ruminales y monogástricos hacen de los mismos.

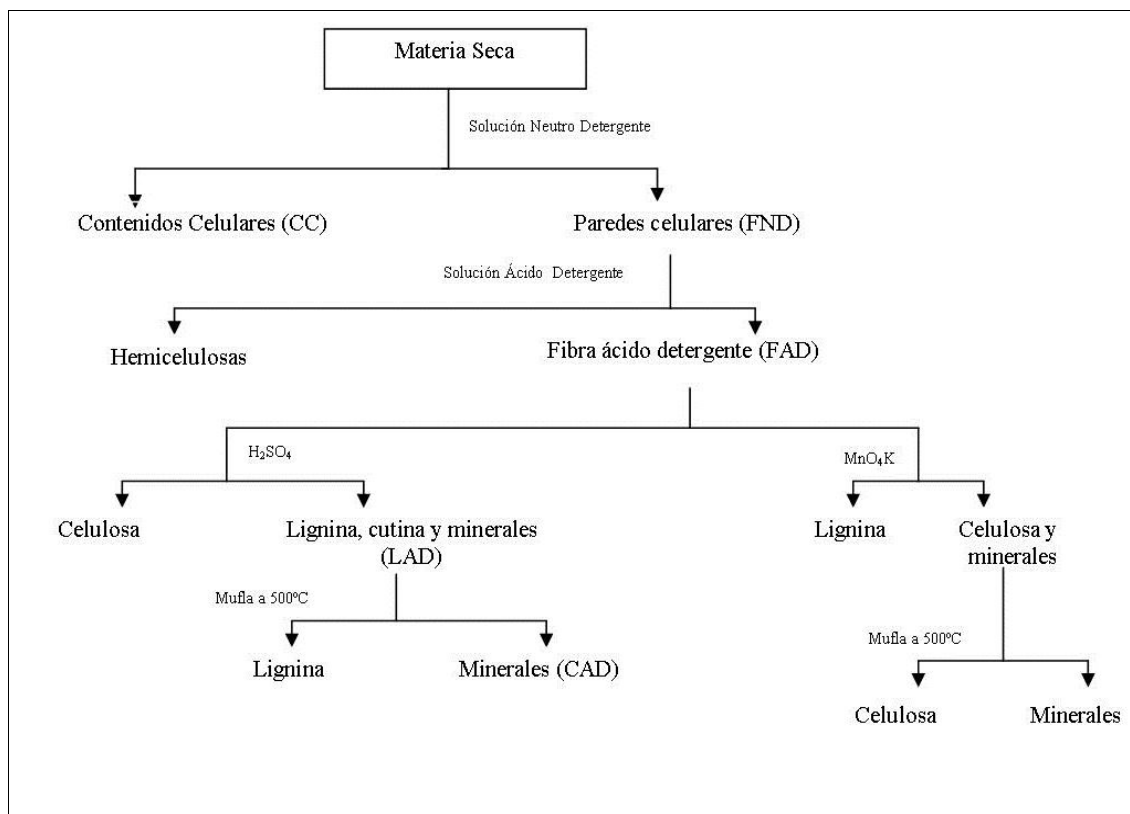


Figura 17.- Esquema del método de van Soest para el fraccionamiento de los componentes de la célula vegetal. (Fuente: Marinas y García González., 2008)

Este sistema divide a los componentes de la célula vegetal en: **fibra neutro detergente (FND)** que representa a las paredes celulares (parcialmente digestibles); **fibra ácido detergente (FAD)** que es la llamada lignocelulosa (lignina+celulosa); **lignina ácido detergente (LAD)** está formada por lignina, cutina y minerales (no es digestible y dificulta la digestión de los glúcidos de las paredes celulares); y por último las **cenizas ácido detergentes (CAD)**. Por diferencia entre el contenido en materia seca y FND, se obtienen la concentración del **contenido celular o solubles detergente (CC o NDS)**, casi 100% digestibles. También por diferencia se obtiene el contenido de **hemicelulosa (FND-FAD)** y de **celulosa (FAD-Lignina-CAD)**.

A continuación, se detallan las fórmulas de van Soest, 1994 y Givens *et al.*, 2000, recopiladas en Reiné, 2005:

1. Determinación del porcentaje del **contenido celular digestible** (DCC):

$$\text{DCC (\%)} = 0,98 \cdot \text{CC (\%)} - 12,9$$

2. Cálculo del porcentaje de **pared celular digestible** (DNDF):

$$\text{DNDF (\%)} = \text{NDF (\%)} \left(1,808 - 0,968 \times \text{Log} \left(\frac{\text{Lignina}}{\text{ADF}} \right) \times 100 \right)$$

3. Determinación del porcentaje de la materia seca digestible (DMD):

$$\text{DMD (\%)} = \text{DCC (\%)} + \text{DNDF (\%)}$$

Comentar que el método de van Soest, presenta la ventaja de que se pueden realizar un gran número de muestras en poco tiempo. Aunque presenta varios inconvenientes, ya que las técnicas aplicadas requieren una calibración previa, los valores que se obtienen son aproximaciones y además, se analiza la totalidad de la muestra, sin tener en cuenta la selección del animal. Tampoco es capaz de detectar compuestos tóxicos o sustancias perniciosas e incluso la elevada cantidad de proteína u otro tipo de compuestos, pueden impedir o dificultar el filtrado, y como consecuencia, no se obtendrá la fibra neutro detergente.

Esta técnica es la más utilizada para determinar el contenido en fibra de las plantas, pero el protocolo ha sufrido un gran número de modificaciones a lo largo de los años. Por ejemplo, Hanley *et al.*, (1992) han propuesto modificaciones para vegetales con altos contenidos en taninos (principalmente arbustos), para los cuales el método de van Soest produce desviaciones.

En cuanto a la digestibilidad *in vitro*, existen tres técnicas para su determinación:

1) Mediante **preparaciones enzimáticas**, las cuales consisten en aplicar un pretratamiento con pepsina en un medio ácido (HCl) seguido de un tratamiento con celulasa diluida en un tampón de acetato sódico. De este modo se consigue imitar el proceso de digestión que tiene lugar en los estómagos de los rumiantes.

2) Aplicando la técnica del **licor ruminal** de Tilley y Terry (1963) la cual tiene dos variantes. La menos utilizada se realiza en un recipiente abierto permitiendo la eliminación de los constituyentes digeridos, mientras que la más extendida, se lleva a cabo en recipientes cerrados completamente (tubos de centrífuga), o con una válvula que permite el escape de los gases de la fermentación, eliminando de este modo los residuos por filtración o extracción.

Para analizar las muestras, primero se someten a un tratamiento con la solución tampón-líquido ruminal durante 48 horas en un baño a 39°C, a continuación se digieren con una solución pepsina-HCl, y por último se filtra el contenido. Por diferencia de pesos se calcula la digestibilidad de la muestra.

Existen varios factores que pueden afectar los resultados obtenidos mediante esta técnica, tales como, la cantidad y la finura del molido de la muestra, la temperatura a la que se incubaba (39°C de forma constante), o el tiempo de incubación, entre otros. Otro factor importante a tener en cuenta, es la alimentación de los animales fistulados en las horas previas a la extracción, ya que su actividad varía en relación con el porcentaje de nitrógeno que consumen los animales. La extracción del líquido ruminal debe realizarse justo en el momento previo al inicio del experimento.

3) Mediante la técnica de **producción de gas**, se consigue una estimación muy aproximada de la cinética de fermentación microbiana del alimento en el rumen. Este método permite estudiar la evolución de la fermentación del material vegetal sin necesidad de interrumpir el proceso, como sucede en el caso anterior. Consiste en tomar varias mediciones de volumen de gas durante la incubación del material vegetal con líquido ruminal (durante 96 horas a distintos intervalos). Después, se realizan controles con un transductor de presión acumulada y tras la última medición se filtran las botellas, se seca el residuo y se pesa para calcular la desaparición de materia seca.

Se han desarrollado algunas variantes a partir de la inicial propuesta por Menke *et al.*, (1979), el cual empleaba jeringas de vidrio, aunque el método más extendido es

el de Theodorou *et al.*, (1994), que usa botellas de vidrio selladas herméticamente. También se han propuesto diversos ajustes matemáticos para el estudio de la evolución de la fermentación microbiana *in vitro* a partir de la producción de gas (Fondevilla y Barrios, 2001).

A la hora de aplicar este método, es importante tener en cuenta que la contribución de la proteína a la producción de gas es pequeña, pudiéndose producir desajustes al comparar alimentos con diferencias en su contenido proteico, además la necesidad de animales fistulados, para obtener el líquido ruminal, resulta costoso.

Destacar que la determinación de la digestibilidad *in vitro* es uno de los métodos más utilizados, debido a que no es una técnica muy cara, permite realizar un mayor número de muestras en menos tiempo y no requiere tanta infraestructura como en el caso de las técnicas *in vivo* desarrolladas en el apartado anterior.

La estimación del valor de uso de los pastos por los métodos señalados anteriormente se hace impracticable cuando se trata de evaluar áreas extensas, sobre todo si en ellas se dan diversos tipos de pasto, y aún en zonas homogéneas, por largos y costosos, resultan casi prohibitivos a efectos prácticos y económicos. Por ello, se ha desarrollado el tercer grupo de métodos de valoración:

1.5.3. Métodos Botánicos

Con el ánimo de solventar algunos de los inconvenientes apuntados en los anteriores apartados, se desarrollaron a partir de los años 60, una serie de procedimientos sintéticos que vinieron a denominarse botánicos puesto que se basaban en la composición florística del forraje y en la frecuencia o el aporte de biomasa de cada especie en las muestras.

Estos métodos parten de unos índices de calidad de las especies, obtenidos en ocasiones por procedimientos empíricos de observación directa en pastoreo de los herbívoros domésticos, y consiguen de una forma más sencilla, práctica y rentable determinar la calidad forrajera así como el potencial ganadero de una comunidad. Se han utilizado sobre todo en los estudios de comunidades naturales o semi-naturales de pastos, aprovechadas mediante pastoreo por ganaderías extensivas.

Los dos métodos conocidos y que desarrollaremos más adelante en este proyecto final de carrera son el **Valor Pastoral (VP)** de Daget-Poissonet (Daget y Poissonet, 1972) y el Método “**Complex**” de Sostaric y Kovacevic (Sostaric y Kovacevic, 1974).

2. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el presente trabajo, son los tres siguientes:

- Estimar la calidad forrajera mediante los dos métodos de valoración botánica de los pastos más utilizados: el del Valor Pastoral (VP) de Daget-Poissonet (Daget y Poissonet, 1972) y el “Complex” de Sostaric y Kovacevic (Sostaric y Kovacevic, 1974), con el fin de poder recomendar para el futuro el método más conveniente.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos entre ambos métodos botánicos con el análisis químico-bromatológico de las muestras.
- Relacionar los parámetros de calidad nutritiva con algunas variables florísticas de la vegetación de los prados.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MUESTREO DEL MATERIAL VEGETAL

Para la realización del presente trabajo se partió de los datos de los muestreos de campo de 160 prados del Pirineo, efectuados en el marco del Proyecto de Investigación PM076/2007 del Gobierno de Aragón titulado “Efectos de la gestión de las comunidades herbáceas naturales -prados- del Pirineo Aragonés, sobre los rendimientos y mantenimiento de la diversidad vegetal”.

El análisis florístico se ha realizado a partir de los inventarios fitosociológicos llevados a cabo, en los 100 m² centrales de cada prado, durante los meses de junio y julio de 2008 y 2009, por los investigadores del citado proyecto.

El análisis químico-bromatológico de las muestras se ha realizado a partir de un muestreo destructivo de la vegetación (1 muestra de 0,25 m² por prado) efectuado en las mismas fechas que los inventarios y por el mismo personal. Estas muestras se realizaron en el laboratorio del Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural de la Facultad de Veterinaria por los investigadores del proyecto.

En la Tabla 2 se indica la localización geográfica de los prados muestreados, seleccionados por su representatividad florísticas y de manejo de cada valle.

COMARCAS	VALLES	LOCALIDADES	DESIGNACIÓN DE LAS COBERTURAS	Nº PARCELAS MUESTREADAS	Nº TOTAL PARCELAS MUESTREADAS
JACETANIA	HECHO	ARAGÜÉS DEL PUERTO	LABATI	8	27
		HECHO	HECHO	6	
	AÍSA	AÍSA	AISA	13	
ALTO GÁLLEGO	TENA	ASO DE SOBREMONTÉ	ASO	2	22
		SALLENT DE GÁLLEGO	SALL	11	

	TENA	SANDINIÉS	SAND	9	
SOBRARBE	ARA-ORDESA	FRAGEN	FRAGEN	5	28
		LINÁS DE BROTO	LIN	5	
	GISTAÍN	SAN JUAN DE PLAN	PLAN	18	
RIBAGORZA	BENASQUE	ANCILES	ANC	2	83
		ARASÁN	ARA	8	
		BENASQUE	BEN	5	
		CASTANESA	CASTA	16	
		CERLER	CER	8	
		ERESUÉ	ERE	3	
		GABAS	GABAS	8	
		LIRI	LIRI	5	
		RAMASTUÉ	RAM	4	
		RENANUÉ	RENA	10	
		SAHÚN	SAH	3	
		SESUÉ	SESU	6	
		SOS	SOS	5	

Tabla 2.- Distribución de las parcelas muestreadas a lo largo del Pirineo Oscense.

3.2. ANÁLISIS FLORÍSTICO

Los resultados de los inventarios fitosociológicos consistieron en un listado exhaustivo de las especies junto a unos índices que identificaban su abundancia y la

sociabilidad de cada una de ellas según la metodología de Braun Blanquet (1979) (Tabla 3). Con el conteo de las especies identificadas en cada inventario, se estimó el parámetro riqueza específica del prado o número de especies identificadas en los 100 m² centrales de cada parcela.

A continuación, también en gabinete se estimó la cobertura de cada especie transformando (van der Maarel, 1979) los índices fitosociológicos de abundancia-dominancia a porcentajes (Tabla 4) y llevando posteriormente los datos al 100%.

Índice/Valor	% Cobertura	Sociabilidad
+	0,1 - 5
1	5 - 17,5	Individuos aislados
2	17,5 - 37,5	Pequeños grupos de pocos individuos
3	37,5 - 62,5	Grupos de tamaño mediano con muchos individuos
4	62,5 - 87,5	Grupos grandes o poblaciones continuas
5	87,5 - 100	Cubriendo de forma continua o casi todo el área del inventario

Tabla 3.- Escala de 1 a 5 para asignar la cobertura y la sociabilidad a cada taxón en un inventario fitosociológicos. (Fuente: van der Maarel, 1979)

Una vez estimada la cobertura de cada especie en la muestra, se procedió a la clasificación de cada una de las especies de inventario en tres grupos de familias botánicas: gramíneas, leguminosas y "otras". Esta clasificación agronómica es clásica en los análisis de vegetación en los pastos. Las comunidades pascícolas herbáceas, como resultado del larguísimo proceso de coevolución, suelen estar dominadas por un número relativamente pequeño de familias.

Las gramíneas suelen ser las más abundantes en biomasa y proporcionan abundantes hidratos de carbono, pero su oferta proteica es muy reducida, salvo en sus primeras etapas de crecimiento. Las leguminosas constituyen un complemento casi perfecto de las gramíneas, presentan la ventaja de fijar el nitrógeno atmosférico, lo que les permite ser relativamente independientes del edáfico, favorecer a las gramíneas y proporcionar al ganado una alta oferta de proteína. Sus sistemas radicales suelen ser más profundos que los de las gramíneas, con lo que su competencia por agua y nutrientes no suele ser elevada, y su desarrollo fenológico suele ser también más tardío, con lo que existe también una cierta complementariedad temporal en sus producciones. Y finalmente el grupo “otras” está formado por el resto de familias, que está bien representado en los pastos herbáceos bien porque sus tipos biológicos les permiten resistir la presión de los fitófagos o por su carácter relativamente nitrófilo. Las más importantes sean las Compuestas, Ciperáceas, Juncáceas, Liliáceas, Crucíferas, Plantagináceas y Umbelíferas.

Tras la clasificación en estos tres grupos, la cobertura de la vegetación de cada prado muestreado se expresó como % de cobertura de gramíneas, % de cobertura de leguminosas y % de cobertura de “otras”.

3.3. VALORACIÓN BOTÁNICA 1: MÉTODO DEL VALOR PASTORAL

Mediante la aplicación del método del Valor Pastoral (MVP) (Daget y Poissonet, 1972) no se obtiene el valor nutritivo del pasto, sino un índice relativo, teórico y adimensional que permite clasificar los pastos de una zona determinada de una forma rápida.

El MVP establece que el valor del prado se obtiene a partir de la contribución específica de cada especie (Cs), la cual representa la frecuencia o abundancia relativa en datos de porcentaje, de modo que los resultados del Valor Pastoral estarán comprendidos en un intervalo entre 0 y 100. No obstante, algunos investigadores creen conveniente asignar valores negativos de calidad a las especies tóxicas, lo que en teoría podría dar lugar a valores negativos de VP. Este método además, incluye la asignación de un valor agronómico o índice específico (Is) a cada especie pratense, cuyo valor oscila entre 0 y 5 como se muestra en la Tabla 4, según sea su contribución

respecto a los siguientes parámetros: producción, valor nutritivo, digestibilidad, apetecibilidad por el ganado y ausencia de toxicidad.

Índices específicos (Is)	
0	Muy mala, tóxica, rechazada
1	Mala-mediocre
2	Regular
3	Buena
4	Muy buena
5	Excelente

Tabla 4.- Criterio para la asignación de los valores del índice específico (Is).

(Fuente: Daget y Poissonet, 1972)

Su determinación se lleva a cabo mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$VP = 0,2 * \sum (Cs * Is)$$

Donde el sumatorio de la contribución específica de las especies (Cs) a lo largo de cada uno de los prados muestreados tiene que dar como resultado 100.

Para el cálculo del valor pastoral de cada prado se utilizaron como Cs los valores de las coberturas de cada especie en el prado estimadas tal y como se ha comentado en el punto 3.2, y para las Is se utilizaron las referencias de Daget y Poissonet (1972), Roggero *et al.*, 2002 y la base de datos no publicada que utilizan los investigadores del Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural de la Universidad de Zaragoza.

3.4. VALORACIÓN BOTÁNICA 2: MÉTODO COMPLEX

El método "Complex" (MCX) (Sostaric y Kovacevic, 1974) es un método de rápido diagnóstico, capaz de determinar la calidad de un prado a partir del porcentaje de materia seca o cobertura aportado por cada especie (MS) y en base a unos coeficientes de calidad asignados con unos valores comprendidos entre 1 y -4, tal y

como se muestra en la Tabla 5. Por lo tanto el valor máximo que podemos obtener por este método es también de 100.

Coeficientes “COMPLEX” (Cx)	
+1,0	Excelente
+0,8	Muy buena
+0,6	Buena
+0,4	Mediocre
+0,2	Mala
0	Sin valor
-0,2	Depresiva
-1,0; -2,0	Nociva
-2,5; -4,0	Muy tóxica

Tabla 5.- Criterio para la asignación de los coeficientes del método “Complex”.

(Fuente: Sostaric y Kovacevic, 1974)

Su cálculo se determina mediante la siguiente ecuación:

$$CX = \sum Cx * MS (\%)$$

Los criterios para la elección del coeficiente adecuado (Cx) por los autores del método dependen por lo demás de unas *características específicas* similares al MVP como: la digestibilidad, su valor nutritivo, su morfología y anatomía, su palatabilidad, relación tallos/hojas, aceites estéricos, experiencia empírica y observación del ganado (Armengol, *et al.*, 1993).

La gran diferencia con respecto al valor pastoral es que estos coeficientes no son fijos, si no que varían en función del porcentaje de la especie en la muestra y de los condicionantes del medio productivo y de manejo como son: la altitud de la parcela, su riqueza de nutrientes, su pH, la intensidad de explotación del prado, las situaciones de humedad y sequía extremas, la proporción de gramíneas y leguminosas en la mezcla, el tipo de ingestión: pastoreo o corte, etc.

Por ejemplo, en la Tabla 6 se exponen una serie de ejemplos para algunas de las especies muestreadas, en las que el método “Complex”, (Sostaric y Kovacevic, 1974) propone la siguiente valoración:

Especie	En verde	En heno
I Gramíneas		
<i>Trisetum flavescens</i>	0,8 < 10% – 0,6 si 10-15% – 0,2 si 15-20% – -0,2 si 20-30% – -1,0 a -2,0 > 30%	0,8 < 15% – 0,6 si 15-30% – -0,2 > 30%
<i>Lolium multiflorum</i>	1,0	1,0
II Leguminosas		
<i>Ononis spinosa</i>	-1,0 a -2,0 < 5% – -2,5 a -4,0 > 10%	-2,5 a -4,0
<i>Lotus corniculatus</i>	1,0 < 10% – 0,8 si 10-30% – 0,6 > 30%	1 < 20% – 0,8 > 20%
III Otras		
<i>Achillea millefolium</i>	1,0 si 3% – 0,8 si 3-10% – 0,4 si 10-15% – 0,2 si 15-20% – 0 si 20-30% – -0,2 > 30%	0,8 si 3% – 0,4 si 3-10% – 0,2 si 10-20% – 0 si 20-30% – -0,2 > 30%
<i>Plantago lanceolata</i>	1,0 si 3% – 0,8 si 3-10% – 0,6 > 10%	0,8 si 3% – 0,6 > 3%

Tabla 6.- Valoración de las especies en el método “Complex”.

(Fuente: Sostaric y Kovacevic, 1974)

Cabe destacar que el empleo del método Complex, como su nombre indica, es bastante más completo que el del Valor Pastoral. El hecho de que varíen sus coeficientes de calidad no permite una formulación autonómica en una hoja de cálculo como en el MVP. Quizás por esto ha sido menos utilizado, sus referencias bibliográficas también son escasas, aunque tiene alguna ventaja añadida como el empleo de un índice conjunto calidad-cantidad, multiplicando en este caso el valor de la calidad por el de la producción en unidades de kg MS/ha como indica Chocarro *et al.*, (1990b).

A la hora de evaluar las especies vegetales de las distintas muestras, hubo algunas que no aparecían como tales en la recopilación florística del método Complex (Sostaric y Kovacevic, 1974), por eso se asemejaron a otras con características similares dentro de su misma familia consultando diversos manuales (Ascaso, 2002; Skerman *et al.*, 1988; Skerman y Riveros, 1990) .

A continuación se detallan dichas especies y con las que se asemejaron dentro de las referencias de Sostaric y Kovacevic, 1974. Dentro de las gramíneas se realizaron los siguientes cambios: *Agrostis capillaris* por *Agrostis tenuis*, *Avenula pubescens* por *Avena pubescens*, *Bromus diandrus*, *Bromus madritensis* y *Bromus squarrosus* por *Bromus erectus*, *Elymus caninus* por *Elymus europeus*, *Festuca rubra* por *Festuca rubra genuina* (ssp. *rubra*), *Hordeum vulgare* por *Lolium perenne* y *Poa pratensis* por *Poa pratensis* ssp. *angustifolia*.

Respecto a las leguminosas, los cambios fueron: *Anthyllis vulneraria* por *Anthyllis spec.*, *Onobrychis supina* por *Hedysarum spec.*, *Trifolium ochroleucon* por *Trifolium montanum*, *Vicia disperma* y *Vicia peregrina* por *Vicia cracca*, y *Vicia sativa* por *Vicia angustifolia*.

Dentro del grupo “otras” los cambios fueron más numerosos: *Alchemilla xanthochlora* por *Alchemilla vulgaris*, *Allium oleraceum* por *Allium spec.*, *Anacamptis champagneuxii* por *Orchis spec.*, *Anacyclus clavatus*, *Antirrhinum sp.* y *Compuesta sp.*, se incluyeron en el grupo *Matricaria sp.*, *Brimeura amethystina* por *Muscari spec.*, *Camelina sativa* por *Brassica campestris*, *Carex divulsa* y *Carex sp.*, se incluyeron en *Carex* grupo II, *Centaurea aspera* y *Centaurea debeauxii* por *Centaurea nigra*, *Clinopodium vulgare* por *Laminum spec.*, *Conopodium majus* por *Daucus carota*, *Calystegia sepium* y *Convolvulus arvensis* por *Convolvulus spec.*, *Crepis nicaeensis* y *Crepis pyrenaica* por *Crepis spec.*, *Cruciata laevipes* y *Cruciata glabra* por *Galium cruciata*, *Dactylorhiza maculata* por *Orchis spec.*, *Euphorbia cyparissias* y *Euphorbia flavicoma* subsp. *verrucosa* por *Euphorbia sp.*, *Euphrasia hirtella* por *Euphrasia spec.*, *Filago pyramidata* por *Filago spec.*, *Fragaria vesca* por *Fragaria spec.*, *Geranium rotundifolium* por *Geranium pyrenaicum*, *Leucanthemum vulgare* por *Chrysanthemum leucanthemum*, *Linum bienne* y *Linum narbonense* por *Linum catharticum*, *Malva mostacha* por *Malva al spec.*, *Myosotis arvensis* y *Myosotis ramosissima* por *Myosotis spec.*, *Narcissus poeticus* y *Narcissus pseudonarcissus* por *Narcissus spec.*, *Rumex sp.* por *Rumex acetosa*, *Phyteuma orbiculare* y *Phyteuma spicatum* por *Phyteuma*, *Pimpinella major* y *Pimpinella saxifraga* por *Pimpinella sp.*, *Prunella grandiflora*, *Prunella laciniata* y *Prunella vulgaris* por *Prunella sp.*, *Rubus ulmifolius* por *Rubus fruticosus*, *Sideritis hirsuta* por *Prunella spec.*, *Silene nutans* y *Silene vulgaris* por *Silene al sp.*, *Stellaria graminea* y *Stellaria media* por *Stellaria sp.*, *Umbelifera sp.*, por *Daucus carota*, *Valerianella dentata* por *Valerianella spec.*, *Veronica arvensis*, *Veronica austriaca* subsp. *teucrium* por *Veronica al spec.*, y por último *Viola sylvestris* subsp. *sylvestris* y *Viola tricolor* por *Viola spec.*

3.5. VALORACIÓN QUÍMICO-BROMATOLÓGICA

Como se ha indicado en el apartado 3.1, a partir del muestreo destructivo realizado en el laboratorio del Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, los investigadores del proyecto determinaron: materia seca, cenizas, proteína bruta, y el fraccionamiento de Van Soest.

Con los resultados obtenidos en este proyecto final de carrera, se calculó el Valor Relativo del Forraje de acuerdo a la metodología sugerida por Calsamiglia (1997).

3.5.1. Análisis en el laboratorio

Materia seca

Se obtuvo mediante secado de las muestras en estufa, a una temperatura de 80°C, durante 24 horas y posterior pesado en una báscula de 0,05 gramos de precisión.

El análisis de la materia seca es el más simple que se puede realizar sobre un forraje y se cuantifica como el residuo que resulta de la extracción del agua a la muestra. Aunque no es un análisis químico en sí, es necesario para una adecuada caracterización de los componentes nutricionales de los forrajes, ya que estos deben expresarse en base a la MS para hacer comparaciones válidas y poder realizar el balance de nutrientes.

Cenizas

Constituyen la fracción resultante tras la incineración de la muestra en una mufla a 550°C durante 2 horas. El contenido de cenizas del forraje no aporta ninguna información sobre los minerales específicos, aunque supone un paso intermedio para poder determinar su contenido en la muestra.

Proteína Bruta

La obtención de este parámetro se llevó a cabo mediante el método Kjeldahl, que cuantifica el contenido de nitrógeno total de la muestra. En este método Kjeldahl se mineraliza el nitrógeno orgánico con ácido sulfúrico y el nitrógeno amoniacal resultante se desplaza con sosa, determinándose ésta por valorimetría. Se trata de un método muy preciso y confiable (Cherney 2000) pero también presenta varios inconvenientes, entre ellos el hecho de requerir mucho tiempo (3 a 6 horas).

La proporción de proteína bruta en cualquiera de los dos métodos se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$PB = \%N \times 6,25$$

Fraccionamiento de Van Soest: FND, FAD y LAD

Como ya se ha comentado en el apartado 1.5.2., en la actualidad el sistema propuesto y desarrollado por Van Soest es el más difundido. La ventaja de esta técnica consiste en que los compuestos obtenidos, después de someter el tejido vegetal a una serie de digestiones químicas, tienen una significación biológica, acorde con el aprovechamiento que los animales rumiantes y monogástricos hacen de los mismos.

Este sistema divide a los componentes de la célula vegetal en:

- a) **Fibra Neutro Detergente (FND):** representa a las paredes celulares (parcialmente digestibles);
- b) **Fibra Ácido Detergente (FAD):** es la llamada lignocelulosa (lignina + celulosa);
- c) **Lignina Ácido Detergente (LAD):** formada por lignina, cutina y minerales (no es digestible y dificulta la digestión de los glúcidos de las paredes celulares).

Todos estos parámetros se obtuvieron mediante la técnica de las bolsas de nylon filtro (F57) en el analizador de fibra ANKOM 220 (Ankom Technology

Corporation, 1998). Uno de los inconvenientes que presenta este método, es que la elevada cantidad de proteína, u otro tipo de compuestos puede impedir o dificultar el filtrado y por lo tanto no se pueda obtener la fibra neutro detergente. Sin embargo, tiene una gran ventaja, como la de que se pueden realizar un gran número de muestras en poco tiempo (Marinas y García González, 2008).

3.5.2. Valor Relativo del Forraje

En vista de que en la calidad nutricional de los forrajes están implicadas diversas variables, ha sido necesario establecer un parámetro que permita clasificar los forrajes por su calidad nutricional, es así como se ha desarrollado el índice del **Valor Relativo del Forraje (VRF)**, el cual es aceptado como el indicador oficial de valor nutritivo de los forrajes en Estados Unidos (Moore y Undersander, 2002).

Este índice incluye una estimación del consumo de materia seca (CMS) y de la energía disponible asumiendo que el forraje es la única fuente de nutrientes para el animal. Esto es debido a que tanto el CMS como la energía disponible son dos de los principales factores que afectan al desempeño productivo de los animales (Moore y Undersander, 2002).

Por lo tanto, para proceder a la valoración de la calidad de la hierba se recurrió a la metodología de Linn y Martin, citada por Calsamiglia (1997), y que responde a los siguientes cálculos:

- **Ingestión de la Materia Seca** → $IMS (\%PV) = 120/FND$, donde PV=peso vivo.
- **Digestibilidad de la Materia Seca** → $DMS (\%) = 88,9 - (0,779 \times FAD)$
- **Valor Relativo del Forraje** → $VRF = (DMS \times IMS) / 1,29$

Los citados autores, Linn y Martin, proponen una tabla de la calidad de la hierba en función de intervalos en los valores de FND, FAD y VRF con las calificaciones de Excelente, Primera, Segunda, Tercera, Cuarta y Quinta (Calsamiglia, 1997). Un forraje es de Excelente calidad cuando su $VRF > 151$, de Primera si VRF

está entre 151-125, de Segunda si VRF está entre 124-103, de Tercera cuando VRF está entre 102-87, de Cuarta cuando VRF se sitúa entre 86-75 y de Quinta si $VRF < 15$.

Independientemente de la metodología utilizada para evaluar la calidad, se considera que un forraje tiene alta calidad cuando presenta la siguiente proporción de sus parámetros: aproximadamente un 70% de Digestibilidad de la Materia Seca (DMS), menos de 50% de Fibra Neutro Detergente (FND) y más del 15% de Proteína Bruta (PB). Por el contrario en un forraje de baja calidad la DMS descenderá a un porcentaje menor del 50%, la correspondiente al FND subirá a más del 65%, mientras que la PB presentará unos valores por debajo del 8% (Di Marco, 2011).

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para la realización de los análisis estadísticos, se ha utilizado el paquete estadístico SPSS versión 15.0, con licencia de la Universidad de Zaragoza. Se han efectuado las siguientes pruebas:

- Estadísticos descriptivos: máximos, mínimos, medias y desviaciones estándar de: riqueza específica, cobertura de gramíneas, cobertura de leguminosas, cobertura de "otras", valor pastoral, calidad complex, proteína bruta, cenizas, FND, FAD, LAD, IMS, DMS y VRF.
- Matriz de correlaciones de Pearson entre los 14 parámetros citados.
- Recta de regresión lineal entre los dos procedimientos botánicos de estimación de la calidad: valor pastoral y calidad complex.
- Análisis de componentes principales (PCA) entre los 14 parámetros.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS FLORÍSTICO

En el Anexo 1 se detallan los resultados de riqueza específica y cobertura de gramíneas, leguminosas y otras de los 160 prados muestreados. Los valores medios, desviaciones estándar, máximos y mínimos de estos cuatro parámetros se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Valor medio, desviación estándar, mínimo y máximo de los parámetros florísticos analizados ($n=160$).

	Media	Desv.st.	Mín.	Máy.
Riqueza específica (nº especies)	32,32	7,14	15	51
Cobertura de gramíneas (%)	44,75	12,76	16,28	80,32
Cobertura de leguminosas (%)	20,86	8,97	0,14	48,07
Coberturas de "otras" (%)	34,38	13,84	4,06	68,77

El número total de especies vegetales contenidas en los 160 inventarios ascendió a 209, de las cuales, 29 pertenecieron a la familia de las gramíneas, 25 fueron leguminosas y 155 fueron del grupo "otras".

El número medio de especies encontradas por inventario fue de 32,32 (Tabla 7). La cobertura de las gramíneas es la más importante de los prados con unas medias de 44,75%, seguida de la del grupo "otras" 34,38%. Y el 20,86% restante corresponde a la cobertura de leguminosas. Comparando estos valores medios con trabajos anteriores (Chocarro et al., 1990a; Ferrer et al., 1990; Maestro et al., 1990; Santa María et al., 2003), constatamos que nuestros resultados no difieren mucho de los apuntados por esos autores. En prados de montaña franceses la riqueza específica por parcela varía entre las 25 y las 28 especies (Gibon et al., 2004).

4.2. MÉTODOS BOTÁNICOS

En el Anexo 2 se relacionan los resultados de los métodos del Valor Pastoral y del Complex en los 160 prados muestreados. Los valores medios figuran en la Tabla 8.

Tabla 8: Valor medio, desviación estándar, mínimo y máximo de los dos procedimientos botánicos de estimación de la calidad (n=160).

	Media	Desv. st.	Mín.	Máx.
Valor Pastoral	52,67	11,46	23,65	76,41
Calidad Complex	56,06	12,39	16,10	85,57

Observamos como en los dos procedimientos botánicos se obtuvieron calidades superiores a 50 (ambos sobre 100), con una desviación algo mayor de los resultados en el método Complex, con mínimos más bajos y máximos más altos que el Valor Pastoral.

La regresión lineal entre los dos procedimientos se aprecia en la Figura 18. En ella podemos observar como ambos están muy correlacionados ($R^2=0,83$). Esta regresión entre VP y Complex sería todavía superior si no fuera por dos puntos de peor ajuste que corresponden a prados con coberturas en torno al 10% de dos especies muy penalizadas por el método Complex como *Euphorbia verrucosa* en uno y *Ononis spinosa* en el otro (Figura 18).

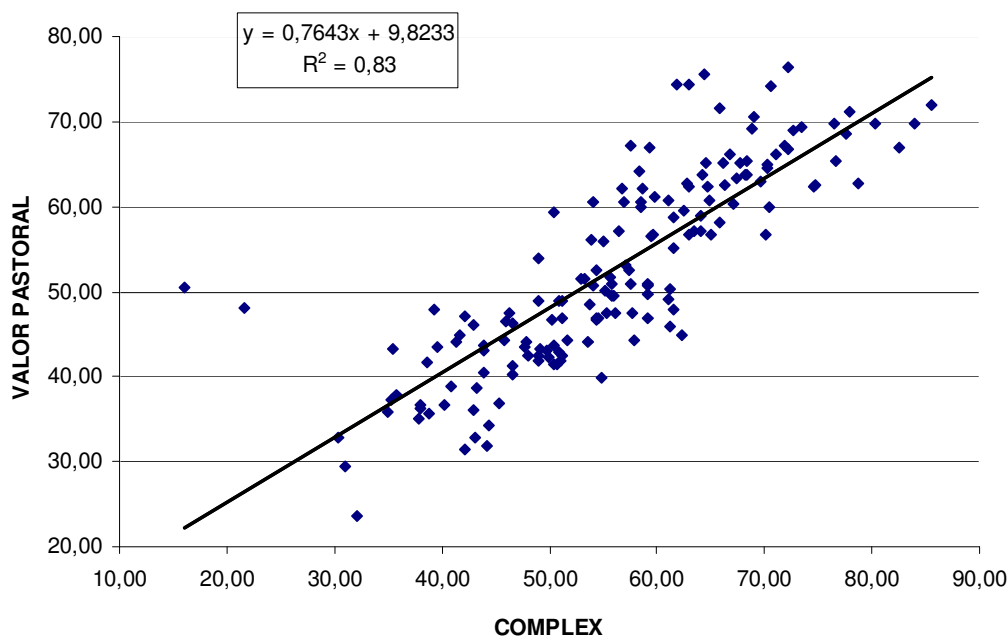


Figura 18.- Correlación entre los dos métodos botánicos de estimación de la calidad: el "Valor Pastoral" (Daget y Poissonet, 1972) y el "Complex" (Sostaric y Kovacevic, 1974.) (n=160 parcelas)

Cabe recordar en este punto, que en ambos métodos cada especie tiene asignado un coeficiente de calidad (incluso negativos en el caso del Complex), que se multiplica por su cobertura. Estos coeficientes que son fijos en el VP, en el Complex se corrigen según la abundancia de la especie en la muestra y también en función de otros condicionantes del medio como la altitud, la riqueza en nutrientes del suelo, su pH, la intensidad de la explotación, las condiciones extremas de humedad y sequía, la proporción de leguminosas y gramíneas en la mezcla, y el tipo de ingestión: pastoreo directo o henificado.

Así por ejemplo la especie *Euphorbia flavicoma subsp. verrucosa*, que pertenece al grupo “otras”, muestreada en la cobertura ARA2 (localidad de Arasán en el valle de Benasque) se le considera especie tóxica, y su índice específico (Is) en el Valor Pastoral es 0, y aunque presenta una cobertura del 10,26, el valor pastoral resultante es nulo. En el caso del Complex, su índice de calidad es -3,25, que multiplicado por su cobertura “penaliza” la calidad total de la muestra en un -33,35.

La gramínea *Bromus hordeaceus*, procedente de una muestra de la cobertura AISA12 (localidad de Aísa, en el valle del mismo nombre), se le considera especie “mala-mediocre” en el VP y su Is de 1, su cobertura es de 11,88, por lo que el valor pastoral resultante en la muestra es de 2,36. En el Complex, al corregir su calidad por su grado de cobertura, para un 11,88% le corresponde una calidad de 0,2, por lo que al final la calidad que aporta a la mezcla es inferior que en el VP e igual a 2,37. En este caso, los valores prácticamente no difieren.

Por último, en el VP, la leguminosa *Medicago lupulina*, procedente de una muestra de la cobertura GABAS3 (localidad de Gabás, del valle de Benasque), posee un Is de 3, ya que se la considera una especie “buena”. Como su cobertura es de 19,76, el valor pastoral resultante asciende a 11,85. En el Complex, su calidad es excelente, con un coeficiente Cs de 1,00. Por lo tanto el valor de la calidad correspondiente es de 19,76, el cual es bastante más elevado que en el VP.

Armengol *et al.*, (1993), al comparar los métodos Complex y VP sobre una muestra de 25 prados de siega del Pirineo, no encontraron una correlación significativa entre ellos, lo que explicaron por los diferentes índices específicos de calidad considerados en cada uno de los métodos y por el hecho de que calcularon el VP a partir de porcentajes de recubrimiento y el Complex a partir de los porcentajes de materia seca de las especies. Sin embargo, mediante el presente trabajo sí que se ha

alcanzado una alta correlación positiva entre ambos métodos (Figura 18). Ante esta elevada correlación, y a falta de otras comprobaciones que veremos en los siguientes apartados, puestos a recomendar un método, parece que en principio no merece la pena realizar el costoso procedimiento del Complex, frente a la simplicidad del VP.

4.3. ANÁLISIS QUÍMICO-BROMATOLÓGICO

En el Anexo 3 se detallan los resultados de Proteína Bruta, Cenizas, Fraccionamiento de van Soest y parámetros del Valor Relativo del Forraje de los 160 prados muestreados. Los valores medios, desviaciones estándar, máximos y mínimos de los ocho parámetros de calidad según análisis químico-bromatológico se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9: Valor medio, desviación estándar, mínimo y máximo de los parámetros de los análisis químicos-bromatológicos (n=160).

	Media	Desv. st.	Mín.	Máx.
Proteína Bruta (% s MS)	11,12	2,02	6,87	17,09
Cenizas (% s MS)	7,70	1,41	0,22	10,95
Fibra Neutro Detergente (% s MS)	56,20	5,89	42,75	70,07
Fibra Ácido Detergente (% s MS)	32,96	3,34	22,62	40,09
Lignina Ácido Detergente (% s MS)	6,24	1,75	1,95	12,92
Ingestión de la Materia Seca (kg MS/100 kg PV)	2,16	0,24	1,71	2,81
Digestibilidad de la Materia Seca	63,23	2,60	57,67	71,28
Valor Relativo del Forraje	106,24	15,67	78,58	153,27

El valor relativo del forraje medio muestreado sería de 106,24, es decir, de acuerdo con la metodología de Calsamiglia (1997), estaríamos en los prados muestreados ante un forraje medio de Segunda categoría. También observamos en la Tabla 9 cómo existe gran variación en los parámetros de calidad. Por ejemplo, la proteína bruta varía desde 6,87 hasta máximos de 17,09. Esto hace que el valor relativo del forraje en algunos prados tenga una categoría estándar de Cuarta (la penúltima en el ranking), mientras que en otros tenga calidades Excelentes.

Los valores medios de proteína bruta, cenizas, FND, FAD y LAD se asemejan a los calculados en trabajos anteriores (Ferrer *et al.*, 1990; Maestro *et al.*, 1990).

4.4. COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS

En la Tabla 10 se muestra la matriz de correlaciones entre todos los parámetros estudiados: riqueza específica, coberturas de los tres grupos botánicos, los dos métodos botánicos y los parámetros químico-bromatológicos y de digestibilidad.

Tabla 10: Matriz de correlaciones entre los parámetros estudiados. Prueba de Pearson (160 parcelas). Se indican las correlaciones significativas ($p < 0,001$ **; $p < 0,01$ *). Gram.=Cobertura de gramíneas (%), Legum.=Cobertura de leguminosas (%), Otras=Cobertura otras (%), VP=Valor Pastoral (%), Comp.=Complex (%), PB=Proteína Bruta (%), Cen.=Cenizas (%), FND=Fibra Neutro Detergente (%), FAD=Fibra Ácido Detergente (%), LAD=Lignina Ácido Detergente (%), IMS=Ingestión Materia Seca (%), DMS=Digestión Materia Seca (%), VRF= Valor Relativo del Forraje (%), Esp.= Número de especies.

	Gram.	Legum.	Otras	VP	Complex	PB	Cen.	FND	FAD	LAD	IMS	DMS	VRF	Esp.
Gram.	1													
Legum.	-0,21*	1												
Otras	-0,78**	-0,46**	1											
VP	0,70**	0,36**	-0,88**	1										
Complex	0,42**	0,58**	-0,75**	0,83**	1									
PB	-0,35**	0,27**	0,14	-0,18*	-0,08	1								
Cen.	-0,14	0,10	0,06	0,01	-0,03	0,39**	1							
FND	0,54**	-0,12	-0,39**	0,38**	0,24**	-0,49**	-0,32**	1						
FAD	0,31**	0,00	-0,28**	0,26**	0,17	-0,40**	-0,31**	0,83**	1					
LAD	-0,43**	0,21*	0,26**	-0,28**	-0,15	0,24**	0,03	-0,16	0,28**	1				
IMS	-0,52**	0,11	0,42**	-0,39**	-0,25**	0,50**	0,33**	-0,99**	-0,84**	0,14	1			
DMS	-0,30**	0,01	0,28**	-0,26**	-0,17	0,40**	0,31**	-0,83**	-1,00**	-0,28**	0,84**	1		
VRF	-0,47**	0,08	0,40**	-0,37**	-0,24**	0,49**	0,34**	-0,97**	-0,91**	0,02	0,99**	0,91**	1	
Esp.	-0,39**	-0,08	0,41**	-0,52**	-0,35**	0,31**	0,09	-0,32**	-0,24**	0,21**	0,31**	0,24**	0,29**	1

Si nos centramos en las correlaciones significativas superiores a 0,5 y obviamos las correlaciones que se establecen entre los parámetros del análisis bromatológico IMS, DMS y VRF, que resultaron las más altas, debidas al procedimiento de cálculo del VRF descrito en el apartado 3.5.2., destacan en primer lugar la alta correlación existente entre los dos métodos botánicos de VP y Complex ($R^2=0,83$). Este hecho ya ha sido apuntado en el apartado 4.2. Sin embargo el resultado más destacable de la matriz sería como el VRF, obtenido a partir del análisis

químico-bromatológico, está negativamente correlacionado con ambos procedimientos botánicos.

Peláez *et al.*, (2011), en su estudio en los prados de la montaña leonesa tampoco encontraron una correlación entre las valoraciones energéticas obtenidas por el método del VP y por los métodos “clásicos” de análisis químicos.

A su vez, es preciso destacar que el Valor Pastoral está mejor correlacionado con las gramíneas que el Complex, que presenta valores un poco más altos para leguminosas, y desde luego ambos se correlacionan muy negativamente con la cobertura del grupo “otras”. Comentar también que la cobertura de gramíneas, por su parte, se correlaciona positivamente con la FND, y en consecuencia negativamente con IMS y con el VRF.

Para esclarecer más las relaciones entre los 14 parámetros, se ha realizado un análisis de componentes principales (Figura 19) en el que las dos primeras componentes llegan a explicar el 64,50% de la varianza.

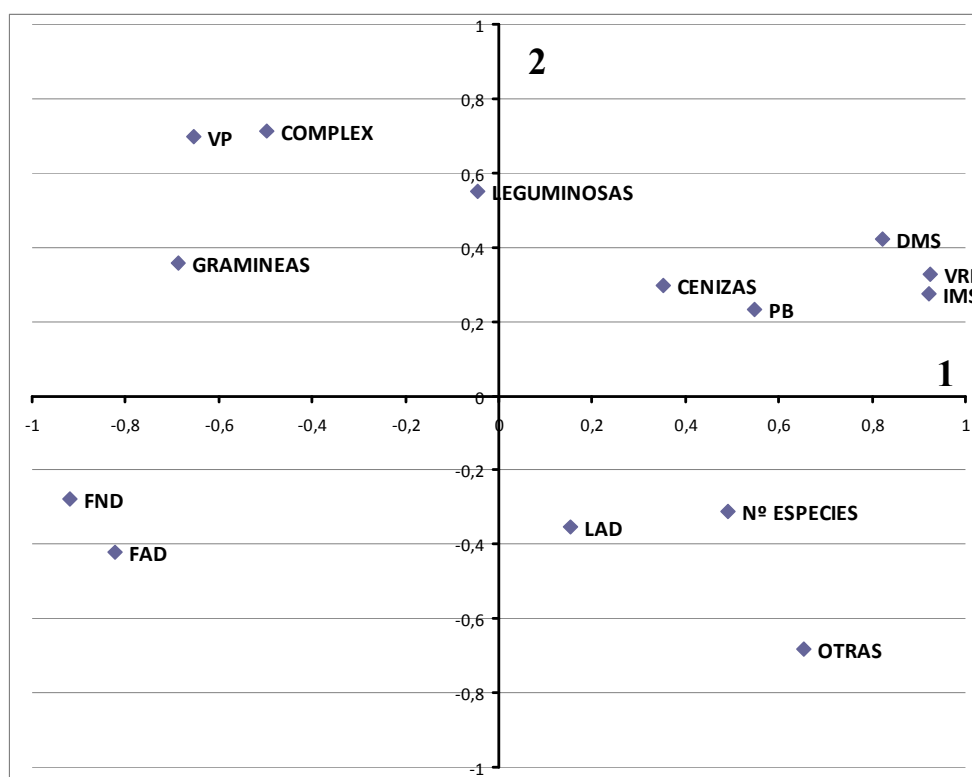


Figura 19.- Análisis de componentes principales. La 1ª componente, eje X, explicó el 44% de la varianza. La 2ª componente, eje Y, explicó el 20,50% de la varianza. VRF=valor relativo del forraje, PB=proteína bruta, VP=valor pastoral, LAD=lignina ácido detergente, FAD=fibra ácido detergente, FND=fibra neutro detergente.

Puede observarse como en la parte negativa del eje X (44% de la varianza), encontramos ambos métodos botánicos, el VP y el Complex, la cobertura de gramíneas y de leguminosas, así como FND y FAD. Mientras en la parte positiva están la PB, las cenizas, el IMS y el DMS y por lo tanto también el VRF, el grupo “otras”, la riqueza específica y LAD.

También es destacable la agrupación de las variables en los cuadrantes de la Figura 19 (en sentido levógiro): leguminosas, gramíneas, Complex y VP en uno; FND y FAD en otro; “otras” y LAD en otro; y VRF, PB y cenizas en el último.

Las coberturas del grupo “otras” parecen estar más próximas a la calidad bromatológica que por ejemplo la cobertura de leguminosas. Y no solo eso sino que parece que la cobertura de gramíneas incida solo en la calidad estimada por procedimientos botánicos y no a la obtenido por analítica química. Cabría recordar en este punto que los procedimientos botánicos se idearon porque la analítica química analiza toda la hierba, incluyendo especies poco apetecibles, mecánicamente perjudiciales por sus defensas antiherbivoría, e incluso tóxicas, casi todas ellas del grupo “otras”, que el ganado suele rechazar en pastoreo y que pueden ser problemáticas en el establo dadas en el pesebre, donde el ganado no las puede seleccionar. Por lo tanto, y tal como se describe también en Reiné *et al.*, (2010), la calidad química parece deberse en estos prados más al grupo “otras” que a las leguminosas y desde luego en absoluto a las gramíneas

Merece la pena comentar que algunas especies herbáceas muy palatables pueden provocar enfermedades nutricionales en el ganado (Blas et al., 1987). En el caso de las leguminosas pueden producir meteorismo o timpanización (imposibilidad de expulsar los gases del rumen), tetania (enfermedad de tipo nervioso) si la hierba es joven y pobre en magnesio, intoxicaciones por alcaloides e incluso disfunciones reproductivas por su contenido en sustancias de tipo estrogénico. También, como consecuencia de una excesiva fertilización nitrogenada, pueden aparecer problemas de intoxicación por nitritos provocados por el excesivo contenido en nitrógeno de la hierba.

A su vez, pequeñas dosis de sustancias tóxicas o desfavorables como los taninos, pueden resultar convenientes para evitar el meteorismo o la actuación de algunos alcaloides. Finalmente, algunas gramíneas presentan en su interior hongos endofíticos, que parecen incrementar su capacidad de resistencia frente a condiciones

adversas, como puede ser la sequía o el frío, y también mejorar su composición bromatológica, sin embargo en compensación, producen alcaloides que pueden resultar tóxicos para el ganado (San Miguel, 2001).

Por otro lado, en el ámbito de los prados de montaña, aquellos situados a mayor altitud y con un manejo más extensivo, suelen ser más biodiversos (con más especies del grupo “otras”), de menor talla y por lo tanto con menor rendimiento, todo lo cual se traduce en una calidad analítica química mayor (por ejemplo, más proteína y menos fibra) (Vázquez de Aldana *et al.*, 2000; Reiné *et al.*, 2010; Roukos *et al.*, 2011).

Esta calidad “química” no obstante, viene determinada en gran parte por especies no consumibles y por tanto el análisis químico puede falsear la realidad en pastos naturales polífitos y con alta biodiversidad.

Comentar que dada la falta de información general sobre el verdadero valor nutritivo de las especies no cultivadas, los índices de calidad específicos se han venido atribuyendo tradicionalmente de manera empírica y deductiva, por lo que es frecuente que exista, para una misma especie, cierta heterogeneidad de resultados.

No obstante, en los últimos años se han desarrollado numerosas experiencias que han tenido precisamente como objetivo la determinación de las características productivas y nutricionales de las especies y la verificación de la utilización real que de ellas hacen los herbívoros. Por lo tanto, hoy en día se cuenta con un elevado número de datos con cierta precisión y de carácter menos subjetivo que facilitan la asignación de dichos índices (Armengol *et al.*, 1993).

5. CONCLUSIONES

En los prados de siega analizados, la calidad forrajera obtenida por análisis químicos no se correlaciona con la obtenida por los procedimientos botánicos, lo cual es debido a que los primeros se basan en el análisis de toda la “oferta” sin considerar la selección del herbívoro.

Por lo tanto, debido a ello, podemos recomendar el uso de los métodos botánicos en pastos polífitos y con alta riqueza específica y coberturas del grupo “otras” y en estos supuestos, ante la alta correlación existente entre los dos métodos de estimación botánica de la calidad ensayados, se aconseja la utilización del Valor Pastoral (Daget y Poissonet, 1972), frente al Complex (Sostaric y Kovacevic, 1974), por su mayor simplicidad ya que la estimación por este último método resulta mucho más compleja.

Además, la cobertura perteneciente a las gramíneas ha resultado ser la más importante de los prados muestreados, seguida de la del grupo “otras” y de las leguminosas. El valor relativo medio del forraje analizado en estos prados ha pertenecido a la segunda categoría, la tercera en el ranking de calidad de los procedimientos analíticos estandarizados.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMELLA, A.; FERRER, C., 1990. *Explotación de pastos guipuzcoanos*. Ed. Anelca. 292 p.

ANKOM TECHNOLOGY CORPORATION (1998). Procedures for fibre and in vitro analysis. Disponible en <http://www.ankom.com>

ARMENGOL, A; FANLO, R; CHOCARRO, C., 1993. Comparación de los métodos “complex” y “valor pastoral” en prados de siega del Pirineo. En: *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP*, 107-115. Ciudad Real, España.

ASCASO, J., 2002. Plantas de interés agronómico. Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza. 116 p.

BADÍA, D.; AGUIRRE, J.; GÓMEZ, D.; SÁNCHEZ, J. R.; MARTÍ, C.; FILLAT, F., 2008. Variation of soil chemistry and plant composition through a livestock resting area in the Spanish Pyrenees. *Agrochemical* **52** (2): 1-11.

BÁEZ, M.D.; CASTRO INSUA, J.F.; LOURO LÓPEZ, A.; VALLADARES ALONSO, J., 2012. Evolución de las propiedades químicas del suelo y producción de una pradera fertilizada con un purín de vacuno mezclado con concha de mejillón. En: *Actas 51ª Reunión Científica de la SEEP*, 431- 438. Pamplona.

BARRANTES, O.; REINÉ, R.; BROCA, A.; FERRER, C., 2008. Relaciones entre diversidad florística, producción y manejo en prados de siega pirenaicos. En: *Pastos, clave en la gestión de los territorios: Integrando disciplinas*, 355-360. Ed. P. FERNÁNDEZ REBOLLO, A. GÓMEZ CABRERA, J.E. GUERRERO, A. GARRIDO, C. CALZADO, A.M. GARCÍA, M.D. CARBONERO, A. BLÁZQUEZ, S. ESCUÍN, S. CASTILLO. Junta de Andalucía. Córdoba.

BARRANTES, O.; FERRER, C.; REINÉ, R., 2010. “Indicadores para la conservación de los hábitat 6510 y 6520 (Prados de siega de montaña) en el Pirineo Aragonés”. En: *VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 40 pp.

BERNUÉS, P., 1996. “Efecto de la fertilización con purín y estiércol líquido de vacuno sobre la producción y la calidad en los prados naturales del Pirineo aragonés”. Proyecto Final de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Lleida.

BLAS, C.; GONZALEZ, G.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Nutrición y Alimentación del Ganado. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid (España).

BRAUN BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones, Madrid. 820 p.

CALSAMIGLIA, S., 1997. *Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes*. XIII Curso de Especialización de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), Madrid.

CHERNEY, D., 2000. Characterization of forages by chemical analysis. In: Forage evaluation in ruminant nutrition (eds. Givens D. I, Owen E., Axford R. F. E and Omed H. M.). CAB International: 281 – 300.

CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F., 1990a. Composición florística de algunos prados de siega Altoaragoneses. Lucas Mallada, **2**: 43-55.

CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F.; MARIN, P., 1990b. Historical evolution of natural resource use in the Central Pyrenees of Spain. *Mountain Research and Development*, **10**: 257-265.

CHOCARRO, C.; REINÉ, R.; 2008. El cultivo de los prados del pirineo. *Pastos del Pirineo*. Fillat, F.; García-González, R.; Gómez, D.; Reiné, R. (Eds.), pp.141-158.

CHOCARRO, C., REINÉ, R., ASCASO, J., YERA, J., FERRER, C., 2009. “6520 Prados de siega de montaña (*Trisetum-Polygonion bistortae*)”. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 48 pp.

DAGET, P.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. *Fourrages*, **49**: 31-39.

DI MARCO, O., 2011. Estimación de calidad de los forrajes. En: Producir XXI, Bs. As., **20**: 24-30. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce INTA. Disponible en www.produccion-animal.com.ar

FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de regadío de los fondos de valle del Pirineo central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. En: Actas XXX Reunión Científica de la SEEP, 168-175. San Sebastián.

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OLEA, L.; 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. Pastos XXXI (1): 7-44.

FILLAT, F., 2003. Gestión semiextensiva de los prados y pastos europeos ricos en especies. Caso particular de los pirineos españoles. *Pastos*. XXXIII (2), pp.171-215.

FILLAT, F.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ GARCÍA, D.; REINÉ, R., 2008. *Pastos del Pirineo*. Departamento de publicaciones del CSIC, Madrid. 319 pp.

FONDEVILLA, M.; BARRIOS, A., 2001. La técnica de producción de gas y su aplicación al estudio del valor nutritivo de los forrajes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* **35**: 197.

GIBON, A.; BALENT, G.; ALARD, D.; MUNTANE, J.; LADET, S.; MOTTET, A.; JULIEN MP., 2004. L'usage de l'espace par les exploitations d'élevage de montagne et la gestion de la biodiversité. *Fourrages* 178: 245-263

GIVENS, D.I.; OWEN, E., ADESOGAN, A.T., 2000. Current procedures, future requirements and the need for standardization. In: D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford and H.M. Omed (eds), *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*, pp. 449-474. CABI Publishing, Oxon.

HANLEY, T.A.; ROBINS, C.T.; HAGERMAN, A.E.; MCARTHUR, C., 1992.- Predicting digestible protein and digestible dry matter in tannin-containing forages consumed by ruminants. *Ecology* **73**: 537-541.

LASANTA, T., 1989. *Evolución reciente de la agricultura de montaña: El Pirineo Aragonés*. Geoforma Ediciones: 220 pp., Logroño.

MAESTRO, M.; FERRER, C.; AMELLA, A.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de secano de los fondos de valle del Pirineo central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. En: *Actas XXX Reunión Científica de la SEEP*, 176-183. San Sebastián.

MARCÉN, L., 2010. "La gestión de los prados del sector occidental del pirineo aragonés y su influencia en el rendimiento y la biodiversidad vegetal". Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Zaragoza. 202 pp.

MARINAS, A., GARCÍA GONZÁLEZ, R., 2008. Calidad nutritiva de los patos pirenaicos. En: Fillat, F.; García-González, R.; Gómez García, D.; Reiné, R. (Eds). *Pastos del Pirineo*. Departamento de publicaciones del CSIC, Madrid. pp.: 171-188.

MARTÍ BONO, C.E., 1978. "Aspectos de la problemática geomorfológica del Alto Aragón Occidental". *Estudios Geográficos*, **153**: 473-493.

MARINAS, A.; CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F., 2000. Los paisajes de montaña (valle o ladera) y su influencia en las características florísticas, de diversidad, producción y calidad de los prados de siega del Pirineo aragonés. En: *3ª Reunión Científica de la SEEP*, 135-140. Bragança-Coruña.

MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D; SCHEIDER, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci., Camb.* **93**: 217-222.

MINSON, D.J., 1990. *Forage in ruminant nutrition*. 483 pp. Academic Press, San Diego, CA.

MONTSERRAT, P., 1977. *Praderas de secano y mejora de pastos*. Segundas Jornadas sobre Ganado Lanar: 59-81. Huesca, 1977.

MOORE, J.E.; UNDERSANDER, D. J., 2002. Relative Forage Quality: An alternative to relative feed value and quality index. p. 16-31 In: Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium, January 10-11, University of Florida, Gainesville.

PELAÉZ, R.; ANDRÉS, S.; VALDÉS C.; GARCÍA, R.; CALLEJA, A., 2011. Valor alimenticio de especies productivas en prados de montaña. En: López-Carrasco C *et al.*, (Eds) *Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI*, pp. 325-330. Toledo, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

PUENTE, J.; SESÉ, J.A., 2008. Los prados de siega del Pirineo. *Medio Natural*. Nº 18. Disponible en: http://jolube.files.wordpress.com/2008/05/puente_sese_prados.pdf

REINÉ, R., 1998. Composición del banco de semillas del suelo en prados pirenaicos y alpinos. Tesis Doctoral. Universidad de Lleida.

REINÉ, R., 2005. Apuntes de Pascicultura. Escuela Politécnica Superior de Huesca. DL Z-420-2003.

REINÉ, R.; BARRANTES, O.; BROCA, A.; FERRER, C., 2008. Influencia de los factores ambientales en la diversidad florística y en la producción de prados de siega pirenaicos. En: *Actas XLVII Reunión Científica de la SEEP*, 361-366. Córdoba.

REINÉ, R.; ASCASO, J.; FERRER, C.; YERA, J; CHOCARRO, C., 2009a. "6510 Prados de siega de montaña (*Arrhenatherion*)". En: *VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Madrid. 60 pp.

REINÉ, R; CHOCARRO, C; JUÁREZ, A.; BARRANTES, O., BROCA, A.; FERRER, C., 2009b. Características de la producción herbácea en los prados de siega del Pirineo de Huesca. En: *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*. Ed. Reiné, R.; Barrantes, O.; Broca, A.; Ferrer, C. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 101-107.

REINÉ, R.; CHOCARRO, C.; JUÁREZ, A.; BARRANTES, O.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; FERRER, C., 2010. Riqueza específica de prados pirenaicos y su incidencia en el valor nutritivo. En: Calleja, A. *et al.*, (Eds) *Pastos: fuente natural de energía*, pp 189-195. Zamora (España)-Miranda do Douro (Portugal): Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

ROGGERO P.P.; BAGELLA S.; FARINA R., 2002. Un archivio dati di Indici specifici per la valutazione integrata del valore pastorale. *Rivista di Agronomia* **36**: 149-156.

ROUKOS, C.; PAPANIKOLAU, K.; KARALAZOS, A.; CHATZIPANAGIOTOU, A., MOUNTOUSIS, I.; MYGDALIA, A., 2011. Changes in nutritional quality of herbage botanical components on a mountain side grassland in North-West Greece. *Animal Feed Science and Technology*, **169**, 24-34.

SAN MIGUEL, A., 2001. *Pastos naturales españoles*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.

SANTA MARÍA, M.; CHOCARRO, C.; AGUIRRE, J.; FILLAT, F., 2003. Clasificación de los prados semiextensivos del Pirineo central a partir de su composición florística. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 593-599. Ed. A. B. ROBLES, E. RAMOS, C. MORALES, E. SIMÓN, J. L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Junta de Andalucía. Granada.

SKERMAN, P.J.; CAMERON, D.G.; RIVEROS, F., 1988. "Tropical Forage Legumes". In: *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant Production and Protection, Series (FAO) nº 2*. Rome (Italy). Disponible en: <http://www.fao.org>

SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F., 1990. "Tropical Grasses". In: *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant Production and Protection, Series (FAO), nº 23*, Rome (Italy). Disponible en <http://www.fao.org>

SOSTARIC, K; KOVACEVIC, J., 1974. La méthode "Complexe" pour la détermination de la qualité et de la valeur globale des herbages et des prairies temporaires. *Fourrages*, **60**, 3-25.

SPSS. 2006. SPSS 15.0 para Windows. Lead Technologies. Inc.

THEODOROU, K.M.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology* **48**: 185-197.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A., 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* **18**: 104-111.

VAN DER MAAREL, E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetation*, **39 (2)**, 97-114.

VAN SOEST, P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 476 pp. Cornell University, New York.

VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCÍA-CIUDAD, A.; PÉREZ CORONA, M.E.; GARCÍA-CRIADO, B., 2000. Nutritional quality of semi-arid grassland in western Spain over a 10 year period: changes in Chemicals composition of grasses, legumes and forbs. *Grass Forage Sci.* **55**, 209-220.

YERA, J.; ASCASO, J.; CHOCARRO, C.; FERRER, C.; REINÉ, R., 2009. "6210 Pastos vivaces mesofíticos y mesoxerofíticos sobre sustratos calcáreos de *Festuco-Brometea*". En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Madrid. 74 pp.

<http://www.chebro.es>

<http://www.rednatura2000.info>

<http://www.aragon.es>

<http://es.123rf.com>

<http://www.portal.aragon.es>

<http://www.navarraagraria.com>

<http://www.magrama.gob.es>

7. ANEXOS

ANEXO I: RIQUEZA FLORÍSTICA DE LAS MUESTRAS Y COBERTURAS DE GRAMÍNEAS, LEGUMINOSAS Y “OTRAS”.

MUESTRAS	Nº ESPECIES	%GRAMÍNEAS	%LEGUMINOSAS	% GRUPO OTRAS
ERE 1	36	38,76	32,86	28,38
ERE 2	29	46,23	22,18	31,59
ERE 3	35	42,21	17,77	40,02
SAH 1	46	63,35	19,19	17,46
SAH 2	31	51,34	22,78	25,88
SAH 3	26	55,84	12,01	32,15
ANC1	37	44,92	23,49	31,58
ANC2	32	42,11	24,93	32,96
ARA1	33	48,02	22,77	29,21
ARA2	43	46,92	19,66	33,42
ARA3	35	64,48	12,89	22,64
ARA4	43	58,23	21,43	20,34
ARA5	30	58,79	18,06	23,15
ARA6	33	34,6	16,33	49,06
ARA7	29	40,45	16,31	43,25
ARA8	40	40,52	22,9	36,58
ASO1	30	39,07	18,49	42,44
ASO2	27	25,48	13,73	60,79
BEN1	36	69,41	6,45	24,14
BEN2	46	43,73	30,31	25,96
BEN3	40	58,35	32,04	9,61
BEN4	44	50,58	25,32	24,1
BEN5	43	27,37	32,37	40,25
CER1	42	61,03	34,92	4,06
CER2	40	64,29	25,25	10,46
CER3	34	54,94	18,32	26,74
CER4	28	43,27	16,02	40,71
CER5	38	43,09	18,13	38,79
CER6	48	42,09	9,16	48,75
CER7	38	32,41	11,61	55,98
CER8	31	17,61	18,87	63,52
LIN1	21	44,12	32,45	23,44
LIN2	15	30,57	31,75	37,68
LIN3	32	48,9	21,49	29,61
LIN4	29	26,08	27,14	46,78
LIN5	17	42,31	26,18	31,51
LIRI1	37	40,49	40,44	19,07

MUESTRAS	Nº ESPECIES	%GRAMÍNEAS	%LEGUMINOSAS	% GRUPO OTRAS
LIRI2	28	47,42	35,57	17,01
LIRI3	42	50,49	27,8	21,71
LIRI4	26	45,03	30,08	24,89
LIRI5	39	34,13	21,03	44,84
RAM1	30	47,34	33,6	19,06
RAM2	41	21,24	36,33	42,43
RAM3	33	20,76	26,35	52,89
RAM4	38	25,26	21,27	53,47
RENA1	30	44,19	24,98	30,83
RENA10	26	29,12	11,65	59,24
RENA2	24	40,75	13,97	45,29
RENA3	24	41,03	16,81	42,17
RENA4	34	38,48	14,66	46,86
RENA5	31	51,84	11,02	37,13
RENA6	29	39,89	15,5	44,6
RENA7	28	37,51	21,13	41,36
RENA8	36	28,81	14,45	56,74
RENA9	28	39,71	15,29	45
SALL1	44	37,59	15,96	46,45
SALL10	26	49,88	30,61	19,51
SALL11	23	48,54	37,76	13,67
SALL2	45	50,35	27,2	22,45
SALL3	39	68,52	7,6	23,88
SALL4	36	75,18	11,08	13,74
SALL5	29	71,79	18,42	9,79
SALL6	33	40,44	48,07	11,49
SALL7	29	57,78	27,55	14,67
SALL8	22	25,87	35,65	38,48
SALL9	21	44,56	22,31	33,13
SAND1	23	47,31	19,23	33,45
SAND2	33	27,53	19,34	53,13
SAND3	31	62,74	32,19	5,08
SAND4	28	60,24	17	22,76
SAND5	34	44,65	26,23	29,12
SAND6	22	45,18	16,68	38,14
SAND7	21	56,72	28,4	14,89
SAND8	24	45,26	32,48	22,26
SAND9	26	48,77	39,18	12,05
SESU1	27	41,33	31	27,67
SESU2	36	38,83	23,28	37,9
SESU3	29	40,42	12,64	46,94
SESU4	31	64,92	12,25	22,83

MUESTRAS	Nº ESPECIES	%GRAMÍNEAS	%LEGUMINOSAS	% GRUPO OTRAS
SESU5	28	53,61	27,39	19
SESU6	33	39,87	36,55	23,57
SOS1	35	50,54	14,64	34,81
SOS2	29	22,02	36,31	41,67
SOS3	28	55,41	20,8	23,79
SOS4	32	44,96	15,5	39,54
SOS5	28	59,24	16,93	23,83
PLAN 1	26	40,83	14,54	44,64
PLAN 167A	40	43,94	17,64	38,41
PLAN 167B	45	39,4	44,99	15,61
PLAN 169	38	45,62	28,86	25,52
PLAN 171	51	43,75	23,55	32,7
PLAN 174	44	46,28	17,86	35,85
PLAN 187	33	40,41	25,32	34,28
PLAN 19	38	36,1	24,1	39,8
PLAN 2	38	50,4	22,72	26,87
PLAN 200	48	16,91	16,85	66,24
PLAN 263	32	27,58	9,24	63,18
PLAN 71A	33	46,95	24,62	28,43
PLAN 71B	30	49,72	19,06	31,22
PLAN 82 C A	22	27,1	13,57	59,33
PLAN 82 S A	23	44,32	24,68	31
PLAN 86	36	38,83	27,2	33,97
PLAN 98A	47	35,93	14,99	49,08
PLAN 98B	26	35,89	15,78	48,33
HECHO1	17	51,97	11,72	36,31
HECHO2	31	53,51	10,16	36,33
HECHO3	22	40,33	33,79	25,88
HECHO4	21	49,93	18,39	31,67
HECHO5	34	40,34	11,21	48,46
HECHO6	26	40,28	12,68	47,04
LABATI1	23	64,86	14,29	20,84
LABATI2	43	63,16	20,46	16,39
LABATI3	37	48,8	16,64	34,55
LABATI4	32	27,66	35,2	37,14
LABATI5	36	35,86	24,27	39,87
LABATI6	28	30,1	15,09	54,81
LABATI7	25	57,06	15,74	27,21
LABATI8	28	60,37	18,37	21,26
AISA1	33	61,61	11,78	26,61
AISA2	31	80,32	0,14	19,54
AISA3	36	24,63	26,97	48,41

MUESTRAS	Nº ESPECIES	%GRAMÍNEAS	%LEGUMINOSAS	% GRUPO OTRAS
AISA4	25	16,28	24,42	59,3
AISA5	22	23,06	30,72	46,22
AISA6	25	34,59	15,98	49,43
AISA7	38	56,85	11,47	31,68
AISA8	37	43,76	2,78	53,45
AISA9	29	32,83	21,07	46,09
AISA10	26	42,79	37,11	20,1
AISA11	26	40,39	40,41	19,2
AISA12	22	19,32	11,91	68,77
AISA13	26	53,65	23,73	22,61
CASTA1	27	58,24	2,82	38,94
CASTA2	41	41,81	19,72	38,47
CASTA3	38	26,4	17,9	55,7
CASTA4	39	25,79	16,03	58,17
CASTA5	40	57,52	19,96	22,52
CASTA6	34	47,27	4,9	47,83
CASTA7	42	63,6	15,02	21,38
CASTA8	33	66,97	10,13	22,9
CASTA9	32	48,52	15,74	35,74
CASTA10	25	46,52	39,61	13,88
CASTA11	31	37,62	19,81	42,57
CASTA12	38	46,54	16,03	37,43
CASTA13	47	48,31	13,64	38,05
CASTA14	34	41,48	22,16	36,36
CASTA15	36	57,54	21,13	21,32
CASTA16	29	40,96	10,31	48,73
GABAS1	24	38,59	15,94	45,48
GABAS2	28	70,48	12,08	17,44
GABAS3	29	37,85	32,95	29,21
GABAS4	35	28,3	20,72	50,98
GABAS5	32	49,12	14,46	36,42
GABAS6	32	41,69	17,75	40,56
GABAS7	40	78,36	11,89	9,75
GABAS8	26	38,97	19,06	41,97
FRAGEN1	28	36,2	3,91	59,89
FRAGEN S9	41	61,36	17,36	21,27
FRAGEN R1	35	48,09	9,66	42,25
FRAGEN R10	30	42,69	20,05	37,26
FRAGEN S3	30	44,09	7,81	48,1

ANEXO II: RESULTADOS DE LOS MÉTODOS BOTÁNICOS

MUESTRAS	MÉTODO COMPLEX	VALOR PASTORAL
ERE1	49,07	43,36
ERE2	47,68	43,42
ERE3	72,16	66,67
SAH1	50,40	43,59
SAH2	67,74	65,24
SAH3	80,34	69,86
ANC1	57,37	52,49
ANC2	61,54	55,06
ARA1	61,26	50,21
ARA2	21,58	48,11
ARA3	45,28	36,84
ARA4	38,64	41,75
ARA5	70,48	59,91
ARA6	72,70	68,91
ARA7	66,32	62,58
ARA8	61,21	45,82
ASO1	76,51	69,79
ASO2	73,44	69,31
BEN1	59,72	61,15
BEN2	51,22	46,88
BEN3	48,96	48,95
BEN4	39,58	43,57
BEN5	47,78	44,04
CER1	35,01	35,86
CER2	46,60	41,21
CER3	59,18	49,63
CER4	48,92	42,52
CER5	53,75	48,52
CER6	49,95	42,27
CER7	54,08	50,68
CER8	43,88	43,66
LIN1	59,36	66,90
LIN2	63,04	74,48
LIN3	45,80	44,29
LIN4	58,74	62,18
LIN5	82,46	66,98
LIRI1	61,09	49,04
LIRI2	53,65	43,99
LIRI3	59,20	50,62
LIRI4	55,92	49,56
LIRI5	55,39	47,48
RAM1	55,70	51,69
RAM2	57,51	50,81
RAM3	50,95	42,87
RAM4	46,65	40,28
RENA1	59,39	56,52
RENA10	64,62	65,10
RENA2	54,07	60,50
RENA3	56,70	62,18
RENA4	51,16	42,44
RENA5	44,37	34,18
RENA6	50,69	41,49

MUESTRAS	MÉTODO COMPLEX	VALOR PASTORAL
RENA7	43,93	43,12
RENA8	39,31	47,85
RENA9	41,64	44,88
SALL1	42,13	31,38
SALL10	71,90	67,13
SALL11	53,84	56,03
SALL2	54,42	46,75
SALL3	43,11	32,80
SALL4	38,00	36,58
SALL5	67,42	63,38
SALL6	40,91	38,88
SALL7	62,91	62,38
SALL8	64,23	63,70
SALL9	56,84	60,52
SAND1	85,57	71,89
SAND2	49,84	43,11
SAND3	54,97	55,87
SAND4	50,86	48,98
SAND5	55,85	50,91
SAND6	58,47	59,93
SAND7	45,90	46,40
SAND8	43,19	38,64
SAND9	64,70	62,27
SESU1	61,49	47,92
SESU2	48,08	42,42
SESU3	52,95	51,46
SESU4	54,41	46,81
SESU5	50,43	59,39
SESU6	57,09	53,06
SOS1	37,76	35,06
SOS2	68,39	63,74
SOS3	53,19	51,48
SOS4	43,88	40,52
SOS5	41,28	44,10
PLAN 1	51,21	48,94
PLAN 167A	32,13	23,65
PLAN 167B	31,05	29,43
PLAN 169	59,21	51,00
PLAN 171	54,58	46,97
PLAN 174	30,33	32,83
PLAN 187	57,81	44,34
PLAN 19	54,43	52,55
PLAN 2	40,18	36,75
PLAN 200	38,73	35,56
PLAN 263	46,33	47,57
PLAN 71A	35,69	37,95
PLAN 71B	61,58	58,66
PLAN 82 C A	35,43	43,37
PLAN 82 S A	42,87	36,09
PLAN 86	35,34	37,34
PLAN 98A	61,02	60,77
PLAN 98B	70,57	74,18
HECHO1	64,81	60,64
HECHO2	42,87	46,17

MUESTRAS	MÉTODO COMPLEX	VALOR PASTORAL
HECHO3	66,12	65,12
HECHO4	16,10	50,60
HECHO5	77,86	71,17
HECHO6	64,11	57,19
LABATI1	55,77	49,44
LABATI2	51,08	41,91
LABATI3	68,25	63,80
LABATI4	65,80	58,08
LABATI5	58,47	60,47
LABATI6	68,38	65,43
LABATI7	59,13	46,94
LABATI8	70,34	64,52
AISA1	70,17	56,82
AISA2	46,62	46,24
AISA3	42,09	47,09
AISA4	71,06	66,06
AISA5	66,75	66,14
AISA6	50,16	46,73
AISA7	59,66	56,63
AISA8	56,48	57,09
AISA9	62,73	62,68
AISA10	64,09	58,98
AISA11	61,91	74,35
AISA12	57,59	67,07
AISA13	69,03	70,63
CASTA1	44,24	31,87
CASTA2	67,05	60,31
CASTA3	62,35	44,90
CASTA4	65,00	56,73
CASTA5	57,75	47,55
CASTA6	63,47	57,21
CASTA7	78,72	62,81
CASTA8	74,75	62,47
CASTA9	70,23	64,90
CASTA10	68,92	69,09
CASTA11	50,45	41,51
CASTA12	74,65	62,36
CASTA13	54,90	39,94
CASTA14	51,62	44,25
CASTA15	38,00	36,17
CASTA16	62,47	59,57
GABAS1	83,95	69,77
GABAS2	77,56	68,55
GABAS3	56,16	47,49
GABAS4	62,90	56,70
GABAS5	55,24	50,18
GABAS6	49,04	41,96
GABAS7	64,44	75,67
GABAS8	49,03	53,89
FRAGEN1	76,64	65,30
FRAGEN S9	69,63	63,01
FRAGEN R1	58,33	64,22
FRAGEN R10	65,84	71,61
FRAGEN S3	72,18	76,41

ANEXO III: RESULTADOS DE LA VALORACIÓN QUÍMICO-BROMATOLÓGICA

MUESTRAS	% PB s.m.s. Kjeldahl	% Cen s.m.s.	% NDF	% ADF	% ADL	IMS	DMS	VRF	CATEGORÍA FORRAJERA
ERE 1	9,82	8,32	57,06	31,39	5,87	2,10	64,45	105,07	SEGUNDA
ERE 2	11,71	7,95	56,02	32,67	6,76	2,14	63,45	105,36	SEGUNDA
ERE 3	14,25	9,03	58,36	30,02	4,00	2,06	65,52	104,42	SEGUNDA
SAH 1	13,44	10,92	56,85	30,41	5,59	2,11	65,21	106,71	SEGUNDA
SAH 2	9,74	7,41	62,66	35,84	5,67	1,91	60,98	90,52	TERCERA
SAH 3	11,87	8,27	53,19	29,52	6,97	2,26	65,91	115,27	SEGUNDA
ANC1	9,33	7,48	53,37	30,20	4,51	2,25	65,38	113,95	SEGUNDA
ANC2	7,71	7,59	58,61	33,63	4,34	2,05	62,70	99,53	TERCERA
ARA1	9,50	6,88	57,45	35,33	7,19	2,09	61,38	99,39	TERCERA
ARA2	14,50	8,15	48,34	30,80	8,58	2,48	64,90	124,90	PRIMERA
ARA3	11,60	7,81	57,62	35,19	7,50	2,08	61,48	99,26	TERCERA
ARA4	9,06	7,07	70,07	38,14	5,04	1,71	59,19	78,58	CUARTA
ARA5	13,42	6,95	62,99	36,32	6,29	1,91	60,61	89,51	TERCERA
ARA6	9,14	7,30	64,13	35,71	5,33	1,87	61,08	88,61	TERCERA
ARA7	9,56	8,35	63,60	36,72	6,55	1,89	60,30	88,20	TERCERA
ARA8	15,52	8,18	53,88	31,59	7,31	2,23	64,29	111,00	SEGUNDA
ASO1	8,67	5,66	58,92	31,98	3,10	2,04	63,99	101,03	TERCERA
ASO2	6,87	6,27	58,29	32,67	2,56	2,06	63,45	101,25	TERCERA
BEN1	8,74	5,52	60,85	34,25	5,73	1,97	62,22	95,13	TERCERA
BEN2	13,56	7,38	53,39	31,75	7,76	2,25	64,17	111,80	SEGUNDA
BEN3	10,73	8,43	51,53	32,21	5,32	2,33	63,81	115,19	SEGUNDA
BEN4	9,71	7,54	59,13	35,35	6,08	2,03	61,36	96,52	TERCERA
BEN5	10,35	6,84	47,11	28,35	4,74	2,55	66,82	131,94	PRIMERA
CER1	11,37	8,65	53,40	30,60	5,66	2,25	65,06	113,34	SEGUNDA
CER2	9,73	8,00	56,34	33,39	7,11	2,13	62,89	103,84	SEGUNDA
CER3	9,22	7,95	60,47	36,40	7,79	1,98	60,54	93,13	TERCERA
CER4	11,07	8,73	58,17	36,27	7,51	2,06	60,64	96,98	TERCERA
CER5	7,95	5,34	63,64	34,77	5,19	1,89	61,81	90,35	TERCERA
CER6	10,66	7,34	51,91	31,91	6,55	2,31	64,04	114,77	SEGUNDA
CER7	11,33	8,88	50,97	28,78	4,91	2,35	66,48	121,33	SEGUNDA
CER8	9,79	7,33	55,54	34,94	8,97	2,16	61,68	103,32	SEGUNDA
LIN1	14,02	8,74	51,76	26,22	2,61	2,32	68,48	123,07	SEGUNDA
LIN2	11,50	7,43	53,72	29,21	3,12	2,23	66,15	114,53	SEGUNDA
LIN3	12,93	8,92	46,75	23,41	1,95	2,57	70,67	140,60	PRIMERA
LIN4	10,11	9,94	51,43	27,50	2,89	2,33	67,48	122,06	SEGUNDA
LIN5	13,51	8,90	43,26	22,62	2,89	2,77	71,28	153,27	EXCELENTE
LIRI1	13,20	5,41	56,53	35,65	7,85	2,12	61,13	100,59	TERCERA
LIRI2	11,64	6,24	54,70	33,65	7,83	2,19	62,69	106,60	SEGUNDA
LIRI3	9,83	6,55	56,04	34,16	6,56	2,14	62,29	103,39	SEGUNDA
LIRI4	11,94	6,68	61,63	38,70	8,03	1,95	58,76	88,68	TERCERA
LIRI5	10,90	7,65	61,02	35,57	5,51	1,97	61,19	93,29	TERCERA
RAM1	12,72	7,97	57,32	33,88	5,06	2,09	62,51	101,44	TERCERA
RAM2	10,72	7,95	52,91	34,73	8,65	2,27	61,84	108,73	SEGUNDA
RAM3	12,30	6,50	51,16	31,37	6,61	2,35	64,47	117,21	SEGUNDA
RAM4	9,56	6,59	52,05	32,12	6,80	2,31	63,88	114,17	SEGUNDA
RENA1	7,84	7,68	62,30	37,38	5,69	1,93	59,78	89,25	TERCERA
RENA10	8,69	8,89	60,09	35,92	5,86	2,00	60,92	94,31	TERCERA
RENA2	8,07	7,48	60,36	36,15	4,90	1,99	60,74	93,61	TERCERA
RENA3	6,89	6,59	65,12	36,18	2,97	1,84	60,71	86,73	TERCERA

MUESTRAS	% PB	% Cen	% NDF	% ADF	% ADL	IMS	DMS	VRF	CATEGORÍA FORRAJERA
RENA4	13,64	9,43	44,36	28,66	7,29	2,70	66,57	139,59	PRIMERA
RENA5	11,85	9,98	46,47	30,82	8,20	2,58	64,89	129,90	PRIMERA
RENA6	12,36	8,81	53,40	34,31	10,65	2,25	62,17	108,30	SEGUNDA
RENA7	13,60	8,22	54,71	31,93	5,09	2,19	64,03	108,85	SEGUNDA
RENA8	15,92	10,41	42,75	26,83	5,65	2,81	68,00	147,97	PRIMERA
RENA9	11,47	7,69	62,35	35,99	4,80	1,92	60,86	90,80	TERCERA
SALL1	12,29	7,77	42,93	26,15	6,09	2,80	68,53	148,49	PRIMERA
SALL10	9,92	7,90	54,41	31,95	5,45	2,21	64,01	109,43	SEGUNDA
SALL11	7,80	7,59	55,10	32,64	4,51	2,18	63,47	107,16	SEGUNDA
SALL2	12,28	6,66	56,16	31,87	5,06	2,14	64,07	106,14	SEGUNDA
SALL3	11,51	8,84	42,82	25,79	5,48	2,80	68,81	149,49	PRIMERA
SALL4	13,74	7,08	45,09	24,92	4,10	2,66	69,49	143,37	PRIMERA
SALL5	8,35	5,60	64,27	36,08	3,60	1,87	60,79	87,98	TERCERA
SALL6	7,76	6,84	51,05	28,06	11,47	2,35	67,04	122,16	SEGUNDA
SALL7	10,85	5,70	53,24	30,52	4,48	2,25	65,13	113,79	SEGUNDA
SALL8	9,40	7,43	61,27	34,14	5,14	1,96	62,31	94,60	TERCERA
SALL9	8,78	7,04	59,33	32,63	4,01	2,02	63,48	99,53	TERCERA
SAND1	9,98	6,87	56,53	34,35	6,55	2,12	62,14	102,25	TERCERA
SAND2	9,73	7,25	44,82	26,62	5,95	2,68	68,17	141,49	PRIMERA
SAND3	9,99	5,66	52,14	29,88	4,93	2,30	65,63	117,07	SEGUNDA
SAND4	7,99	6,81	59,06	34,59	5,87	2,03	61,95	97,58	TERCERA
SAND5	8,89	5,91	55,30	32,20	4,80	2,17	63,82	107,35	SEGUNDA
SAND6	9,05	5,26	61,48	33,43	4,71	1,95	62,86	95,10	TERCERA
SAND7	9,61	6,97	57,69	32,29	5,78	2,08	63,74	102,79	SEGUNDA
SAND8	9,46	6,95	54,84	30,40	5,31	2,19	65,22	110,63	SEGUNDA
SAND9	10,90	6,39	64,03	34,79	4,97	1,87	61,80	89,78	TERCERA
SESU1	11,49	0,22	62,62	35,79	6,09	1,92	61,02	90,65	TERCERA
SESU2	11,21	1,85	57,17	38,33	10,25	2,10	59,04	96,07	TERCERA
SESU3	9,86	3,25	56,66	33,31	7,12	2,12	62,95	103,35	SEGUNDA
SESU4	15,70	6,98	60,63	33,98	5,98	1,98	62,43	95,79	TERCERA
SESU5	11,54	7,77	67,67	37,45	5,34	1,77	59,73	82,11	CUARTA
SESU6	12,67	10,06	54,79	33,24	7,23	2,19	63,00	106,97	SEGUNDA
SOS1	8,93	6,76	54,71	32,22	6,39	2,19	63,80	108,48	SEGUNDA
SOS2	9,27	8,00	62,73	37,37	5,46	1,91	59,79	88,66	TERCERA
SOS3	9,60	8,45	61,49	35,26	5,38	1,95	61,43	92,94	TERCERA
SOS4	10,75	9,24	54,24	30,63	6,73	2,21	65,04	111,54	SEGUNDA
SOS5	9,29	7,41	66,52	38,02	4,83	1,80	59,29	82,91	CUARTA
PLAN 1	12,69	9,34	50,21	29,90	4,17	2,39	65,61	121,54	SEGUNDA
PLAN 167A	13,16	8,48	52,69	29,34	7,83	2,28	66,04	116,60	SEGUNDA
PLAN 167B	13,82	8,72	47,76	27,30	5,58	2,51	67,64	131,74	PRIMERA
PLAN 169	11,25	7,48	59,00	32,23	4,86	2,03	63,79	100,58	TERCERA
PLAN 171	14,70	8,80	60,08	29,96	4,45	2,00	65,56	101,51	TERCERA
PLAN 174	17,09	8,92	47,74	25,21	5,08	2,51	69,27	134,98	PRIMERA
PLAN 187	14,51	10,33	43,87	23,87	5,72	2,74	70,31	149,09	PRIMERA
PLAN 19	13,45	8,33	51,67	29,33	5,57	2,32	66,05	118,91	SEGUNDA
PLAN 2	11,66	7,71	60,01	32,92	6,95	2,00	63,26	98,05	TERCERA
PLAN 200	10,57	8,08	49,57	31,16	6,72	2,42	64,63	121,28	SEGUNDA
PLAN 263	12,36	7,67	47,85	30,27	10,19	2,51	65,32	126,98	PRIMERA
PLAN 71A	9,84	8,43	57,17	34,79	6,49	2,10	61,80	100,55	TERCERA
PLAN 71B	9,07	8,33	56,10	29,82	3,05	2,14	65,67	108,88	SEGUNDA
PLAN 82 C A	9,51	7,46	59,06	35,36	5,63	2,03	61,36	96,64	TERCERA
PLAN 82 S A	10,26	6,57	56,45	31,88	5,77	2,13	64,06	105,57	SEGUNDA
PLAN 86	9,16	6,55	63,32	34,86	4,52	1,90	61,74	90,70	TERCERA

MUESTRAS	% PB	% Cen	% NDF	% ADF	% ADL	IMS	DMS	VRF	CATEGORÍA FORRAJERA
PLAN 98A	10,34	6,78	55,19	32,66	6,57	2,17	63,46	106,97	SEGUNDA
PLAN 98B	7,33	7,55	64,56	35,02	7,22	1,86	61,62	88,78	TERCERA
HECHO1	8,33	8,70	56,72	31,24	3,75	2,12	64,56	105,88	SEGUNDA
HECHO2	10,31	7,39	64,48	39,88	7,18	1,86	57,83	83,44	CUARTA
HECHO3	11,00	7,53	64,33	38,47	6,25	1,87	58,93	85,22	CUARTA
HECHO4	8,86	6,71	67,88	39,93	6,73	1,77	57,79	79,20	CUARTA
HECHO5	13,30	8,84	53,95	34,28	7,87	2,22	62,20	107,25	SEGUNDA
HECHO6	10,94	7,47	57,30	35,53	7,04	2,09	61,22	99,39	TERCERA
LABATI1	15,64	7,60	50,77	34,55	8,61	2,36	61,98	113,58	SEGUNDA
LABATI2	11,60	7,54	55,91	33,66	7,10	2,15	62,68	104,28	SEGUNDA
LABATI3	14,33	7,80	49,91	33,50	9,80	2,40	62,80	117,06	SEGUNDA
LABATI4	10,24	6,72	61,92	34,88	5,71	1,94	61,72	92,73	TERCERA
LABATI5	11,34	6,80	57,08	32,55	5,88	2,10	63,54	103,56	SEGUNDA
LABATI6	10,36	7,31	50,16	31,34	7,16	2,39	64,49	119,60	SEGUNDA
LABATI7	9,73	6,09	59,43	33,07	4,89	2,02	63,14	98,83	TERCERA
LABATI8	10,05	7,55	54,09	32,43	8,35	2,22	63,63	109,44	SEGUNDA
AISA1	8,69	6,85	61,54	34,10	4,83	1,95	62,34	94,23	TERCERA
AISA2	11,13	8,31	51,07	29,75	5,40	2,35	65,73	119,72	SEGUNDA
AISA3	12,46	7,68	55,95	34,50	7,38	2,14	62,03	103,13	SEGUNDA
AISA4	11,56	8,59	68,13	40,09	7,19	1,76	57,67	78,74	CUARTA
AISA5	9,22	7,38	64,45	37,08	5,47	1,86	60,02	86,62	TERCERA
AISA6	10,03	7,28	67,37	38,24	5,71	1,78	59,11	81,62	CUARTA
AISA7	10,05	7,30	67,05	37,16	4,77	1,79	59,95	83,17	CUARTA
AISA8	13,05	9,21	55,37	33,63	7,59	2,17	62,70	105,34	SEGUNDA
AISA9	10,60	8,92	61,02	35,24	7,09	1,97	61,45	93,67	TERCERA
AISA10	10,51	7,21	58,43	35,55	7,50	2,05	61,21	97,44	TERCERA
AISA11	11,98	7,36	55,72	32,97	6,67	2,15	63,21	105,54	SEGUNDA
AISA12	9,91	9,83	65,26	37,80	6,54	1,84	59,45	84,75	CUARTA
AISA13	13,47	9,19	55,79	32,63	5,46	2,15	63,48	105,85	SEGUNDA
CASTA1	11,37	7,90	62,18	34,08	5,00	1,93	62,35	93,28	TERCERA
CASTA2	13,83	9,25	51,30	33,02	10,01	2,34	63,17	114,56	SEGUNDA
CASTA3	13,05	9,40	58,10	32,63	6,24	2,07	63,48	101,62	TERCERA
CASTA4	13,52	9,33	46,36	29,38	7,37	2,59	66,01	132,45	PRIMERA
CASTA5	14,34	6,68	54,92	32,67	6,25	2,19	63,45	107,48	SEGUNDA
CASTA6	14,93	10,49	49,26	30,65	8,24	2,44	65,02	122,79	SEGUNDA
CASTA7	13,73	8,07	51,35	31,23	6,92	2,34	64,58	116,98	SEGUNDA
CASTA8	12,59	8,47	52,73	31,75	6,77	2,28	64,17	113,21	SEGUNDA
CASTA9	11,60	10,11	47,47	30,23	5,93	2,53	65,35	128,05	PRIMERA
CASTA10	11,08	8,68	63,94	37,42	7,74	1,88	59,75	86,93	TERCERA
CASTA11	12,62	7,49	59,14	39,87	12,92	2,03	57,84	90,98	TERCERA
CASTA12	9,94	7,13	53,50	35,17	9,22	2,24	61,50	106,95	SEGUNDA
CASTA13	11,52	8,01	54,77	32,66	7,28	2,19	63,46	107,78	SEGUNDA
CASTA14	13,09	8,10	47,35	30,83	8,90	2,53	64,89	127,47	PRIMERA
CASTA15	12,42	8,36	48,00	32,57	9,76	2,50	63,53	123,12	SEGUNDA
CASTA16	10,49	8,12	54,84	34,79	8,70	2,19	61,80	104,82	SEGUNDA
GABAS1	11,73	10,95	56,11	34,57	7,44	2,14	61,97	102,74	SEGUNDA
GABAS2	11,34	8,78	62,81	36,15	7,28	1,91	60,74	89,96	TERCERA
GABAS3	13,09	7,79	59,33	33,78	6,38	2,02	62,58	98,12	TERCERA
GABAS4	11,01	8,08	53,33	33,32	6,85	2,25	62,95	109,79	SEGUNDA
GABAS5	10,22	8,33	56,78	34,36	7,52	2,11	62,13	101,80	TERCERA
GABAS6	9,22	6,79	62,30	34,88	5,85	1,93	61,73	92,17	TERCERA
GABAS7	11,77	7,39	48,53	31,59	8,55	2,47	64,29	123,23	SEGUNDA
GABAS8	9,61	8,31	61,63	35,03	4,89	1,95	61,61	93,00	TERCERA

MUESTRAS	% PB	% Cen	% NDF	% ADF	% ADL	IMS	DMS	VRF	CATEGORÍA FORRAJERA
FRAGEN1	8,68	6,06	59,24	33,46	5,30	2,03	62,83	98,67	TERCERA
FRAGEN S9	11,23	8,36	56,05	32,89	6,23	2,14	63,28	105,02	SEGUNDA
FRAGEN R1	12,93	9,26	53,60	31,73	6,07	2,24	64,18	111,40	SEGUNDA
FRAGEN R10	13,14	8,92	53,29	31,58	6,04	2,25	64,30	112,23	SEGUNDA
FRAGEN S3	12,52	8,78	54,19	32,01	6,11	2,21	63,97	109,81	SEGUNDA

Siendo:

% PB = porcentaje de proteína bruta

% Cen.= porcentaje de cenizas

% NDF = porcentaje de fibra neutro detergente

% ADF = porcentaje de fibra ácido detergente

% ADL = porcentaje de lignina ácido detergente

% IMS = porcentaje de ingestión de la materia seca

% DMS = porcentaje de digestión de la materia seca

% VRF = porcentaje del valor relativo del forraje