

personas que colaboraron en la toma de datos en campo, en especial a M. Mendizabal y los Guardas del Parque Natural de Aralar (P. Zeberio, J.A. Irastorza, J.A. Roteta).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY D.W., GROSS J.E., LACA E.A., RITTENHOUSE L.R., COUGHENOUR M.B., SWIFT D.M. Y SIMS P.L. (1996) Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, **49**, 386-400.
- DICKSON B.G., JENNESS J.S. Y BEIER P. (2005) Influence of vegetation, topography and roads on cougar movement in southern California. *Journal of Wildlife Management*, **69**(1), 264-276.
- GANSKOPP D., CRUZ R. Y JOHNSON D.E. (2000) Least-effort pathways?: a GIS analysis of livestock trails in rugged terrain. *Applied Animal Behaviour Science*, **68**, 179-190.
- LACHICA M. Y AGUILERA J.F. (2005) Energy expenditure of walk in grassland for small ruminants. *Small Ruminant Research*, **59**, 105-121.
- MENDIZABAL M. (2009) *Análisis de los factores determinantes del uso de pastos de montaña por herbívoros domésticos y su aplicación en modelos de gestión sostenible para el País Vasco*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, Leioa.
- PENNING P.D., PARSON A.J., ORR R.J., HARVEY A. Y CHAMPION R.A. (1995) Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. *Applied Animal Behaviour Science*, **45**, 63-78.
- ROBBINS C.T. (1993) *Wildlife feeding and nutrition*. Academic Press. London.

Factores determinantes del uso del espacio por parte del ganado vacuno y equino en pastos de montaña

Factors determining the spatial use of mountain pastures by bovins and equids

A. ALDEZABAL¹ / N.A. LASKURAIN¹ / N. MANDALUNIZ²

¹Landareen Biologia eta Ekologia Saila/Zientzia eta Teknologia Fakultatea Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU-UPV), Apdo. 644, 48080 Bilbao
²NEIKER-Tecnalia - Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz

Resumen: El pastoreo extensivo multispecífico parece ser la mejor opción de manejo para garantizar un aprovechamiento óptimo de los recursos vegetales de la montaña. El objetivo principal de este trabajo fue analizar cuáles son los factores determinantes del uso del espacio por parte del vacuno y equino, en situación de simpatria. El estudio se ubicó en el Parque Natural de Aralar (Gipuzkoa) y el seguimiento del ganado mayor se realizó mediante 'scan sampling', durante la época de pastoreo de 2005. Se comparó el uso de unidades vegetales entre vacuno y equino, detectando un nivel muy alto de solapamiento (82,7%). En general, ambas especies hacen un uso similar de los recursos, aunque los brezales-argomales son más utilizados por el vacuno. Los análisis de redundancia (RDA) parciales y la partición de la varianza, revelaron que en el caso del vacuno, los factores más importantes fueron las variables topográficas (exposición, inclinación) y las distancias a puntos de agua e infraestructuras (chabolas, pistas y lugares de sombra), explicando más del 50% de la varianza total. Sin embargo, en el caso del equino la varianza explicada fue menor del 30%.

Palabras clave: pasto denso, brezal-argomal, variables topográficas, distancia a puntos de agua, análisis de redundancia parciales.

Abstract: Multispecific grazing extensive systems could be the best option of management for ensuring an optimal use of mountain forage resources. The main objective of this work was to analyze the factors that determine the spatial use of mountain supraforestal areas by bovins and equids, grazing in sympatry conditions. The study was located in the Natural Park of Aralar (Gipuzkoa) and livestock was monitored by scan sampling along transects with optimal visibility in the grazing period of 2005. We compared the use of vegetation units of cattle and horses and a high overlapping was found (82.7%). In general, both species showed a similar pattern of vegetation use, although cattle used gorse-heathlands more than horses. Partial redundancy analyses (RDA) and variance partitioning revealed that topographic variables (like aspect and slope), as well as the distance to water points and infrastructure, were the most important factors for cattle, explaining more than the 50% of the total variance. However, the model for horses explained less than 30% of the total variance.

Key words: dense pasture, gorse-heathland, topographic variables, distance to water points, partial redundancy analyses.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de puertos de montaña, la segregación espacial de los rebaños es un factor importante que puede ir en beneficio de una explotación más eficiente del puerto (Aldezabal, 1997). Conocer el grado de complementariedad existente entre las diferentes especies animales en cuanto a la utilización de los recursos vegetales y del territorio, es fundamental para una gestión eficiente del medio rural. Los ungulados domésticos difieren en su tamaño corporal, conducta de pastoreo, sistema digestivo y capacidad de selección a distintas escalas debido sobre todo a sus limitaciones morfológicas y fisiológicas particulares. Los équidos y los bóvidos de tamaño similar coexisten en diversos ecosistemas tropicales y templados y los mecanismos ecológicos que permiten dicha coexistencia han sido ampliamente debatidos (Aldezabal, 1997).

Los patrones de distribución y selección del territorio por parte de los grandes herbívoros están afectados tanto por factores bióticos (especie animal, disponibilidad de alimento, etc.) como abióticos (variables orográficas, distancia a puntos de agua, cercados, etc.) (Senft *et al.*, 1985a y 1985b). Los factores abióticos son los que determinan los patrones de distribución a gran escala ya que actúan como limitantes sobre los factores bióticos, tanto animales como vegetales (Bailey *et al.*, 1996).

Los objetivos abordados en este estudio han sido los siguientes: (1) Analizar el patrón de uso de las comunidades vegetales por parte del ganado equino y vacuno *in situ* a escala de Parque Natural y evaluar su nivel de solapamiento o similitud; (2) Identificar los factores abióticos determinantes de dicho patrón.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ubicó en el Parque Natural de Aralar durante el periodo de pastoreo de 2005. El muestreo se realizó mediante por el método del 'muestreo instantáneo por observación directa' (*scan sampling*, Altmann, 1974). La zona supraforestal del Parque se dividió en tres subzonas de muestreo. Se creó una vista 3D del Parque con el programa *ArcScene* de *ArcGis 9.0*, utilizando como base modelo digital del terreno (MDT) y la ortofoto de la zona. Con la realización de varios vuelos en esa vista se consiguió detectar las barreras de visibilidad de cada área. La ubicación de los recorridos de muestreo (trayectos) fue modificada hasta conseguir la máxima visibilidad de los pastos. El cálculo de visibilidad se realizó mediante el análisis de la superficie de *ArcGis 9.0*. Cada día de muestreo, los trayectos se repetían en tres momentos del día (mañana, mediodía y atardecer), asumiendo un patrón bimodal (con dos picos de actividad de pastoreo) en el ritmo de actividades de los animales (Mandaluniz, 2003). Para evitar problemas de autocorrelación espacial y asegurar la independencia de las posiciones registradas, siempre dejamos al menos dos horas de diferencia entre un recorrido y el siguiente. A lo largo de los trayectos recorridos, se apuntaba la ubicación espacial de los animales avistados (vacuno y equino) sobre la ortofoto del terreno. Con este diseño se aseguró la prospección de más del 70% del área de aprovechamiento del ganado mayor (Mendizabal, 2009). En total, de Julio a Octubre, se realizaron 18 días de muestreo (7 días en Julio, 4 en Agosto, 5 en Septiembre y 2 en Octubre), prospectando cada día las 3 subzonas de forma simultánea. Mediante la aplicación *ArcGIS 9.0*, se obtuvo la siguiente cartografía digital con una resolución de 0,25 x 0,25 metros: Modelo Digital del Terreno (MDT), pendiente, exposición, infraestructuras (puntos de agua como los abrevaderos y fuentes, pistas y chabolas), zonas de sombra y vegetación. La ubicación espacial de los grupos de animales fue digitalizada y mediante el geoprocso "intersección", fue cruzada con cada uno de los atributos citados, obteniendo así una cuantificación objetiva de su uso.

Para el análisis del solapamiento de uso de las unidades vegetales (véanse estas unidades en la figura 1), se calculó el índice de similitud de Bray-Curtis. La amplitud de nicho para cada especie animal se estimó mediante el índice de Shannon-Wiener

($H' = -\sum p' \cdot \ln p'$, donde p' es la proporción de uso de cada unidad vegetal). El análisis numérico de los factores que determinan el uso de las comunidades vegetales se realizó mediante Ordenaciones Canónicas (Análisis de Redundancia -RDA-). Realizamos una partición de la varianza por medio de RDAs parciales para evaluar la importancia relativa de cada matriz de restricción después de ajustar la varianza de otras matrices considerándolas como covariables. Todos los modelos parciales se testaron mediante el test de Monte Carlo, basándonos en los modelos de RDA reducidos que incluían solamente las variables significativas. Estos análisis se realizaron con el programa CANOCO para Windows 4.5. La comparación entre el vacuno y el equino de las distancias mínimas a arroyos, abrevaderos, lugares de sombra, pistas y chabolas, se realizó mediante la prueba de la t de Student, habiendo comprobado previamente que todas estas variables se ajustaban a una distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para estos últimos análisis se utilizó SPSS 17.0.

RESULTADOS

El número máximo de cabezas de ganado registrados por día de muestreo fueron 234 de vacuno y 549 de equino, por lo que la carga ganadera del equino duplicó la del vacuno. La amplitud de nicho para el equino fue de 0,85 y para el vacuno 1,04. El solapamiento en el uso de comunidades vegetales entre el equino y vacuno fue de 82,7%.

Tal y como se puede observar en la figura 1A, la unidad vegetal más utilizada y seleccionada por ambas especies fue el pasto denso de *Agrostis-Festuca* (E172). Sin embargo, el vacuno seleccionó en segundo lugar el argomal de *Ulex europaeus* (F315), mientras que el equino prefirió utilizar el pasto calcáreo seco (E127). Ambas especies utilizaron en tercer lugar los matorrales de zarzas y espinares, pero de forma proporcional a su disponibilidad.

De la figura 1B podemos concluir que las zonas llanas y poco inclinadas (de 0 a 15°) fueron seleccionadas por ambas especies, aunque hubiera una baja disponibilidad de las mismas. La inclinación 15°-25° ha sido la más utilizada por ambas especies, pero de forma muy proporcional a su disponibilidad. Llamamos la atención las desviaciones estándar tan altas del vacuno. Para el vacuno, las inclinaciones más utilizadas fueron del 15° al 40°, siendo menores para el equino. Ambas especies evitan las inclinaciones superiores a 40°. En cuanto a la exposición (fig. 1C), existe una gran heterogeneidad y mucha variabilidad intraspecífica. Aún así, podemos destacar que el vacuno presentó preferencia por las zonas llanas sin exposición y las expuestas al E, evitando las exposiciones N y S. Las exposiciones más utilizadas fueron NW y W, aunque de forma proporcional a lo disponible, al igual que el equino. Al igual que el vacuno, el equino evitó la exposición S, y prefirió la W. Por último, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambas especies en relación a las distancias a distintos puntos de agua y sombra (fig. 1D). En todos los casos, las distancias medias del vacuno fueron menores que las del equino.

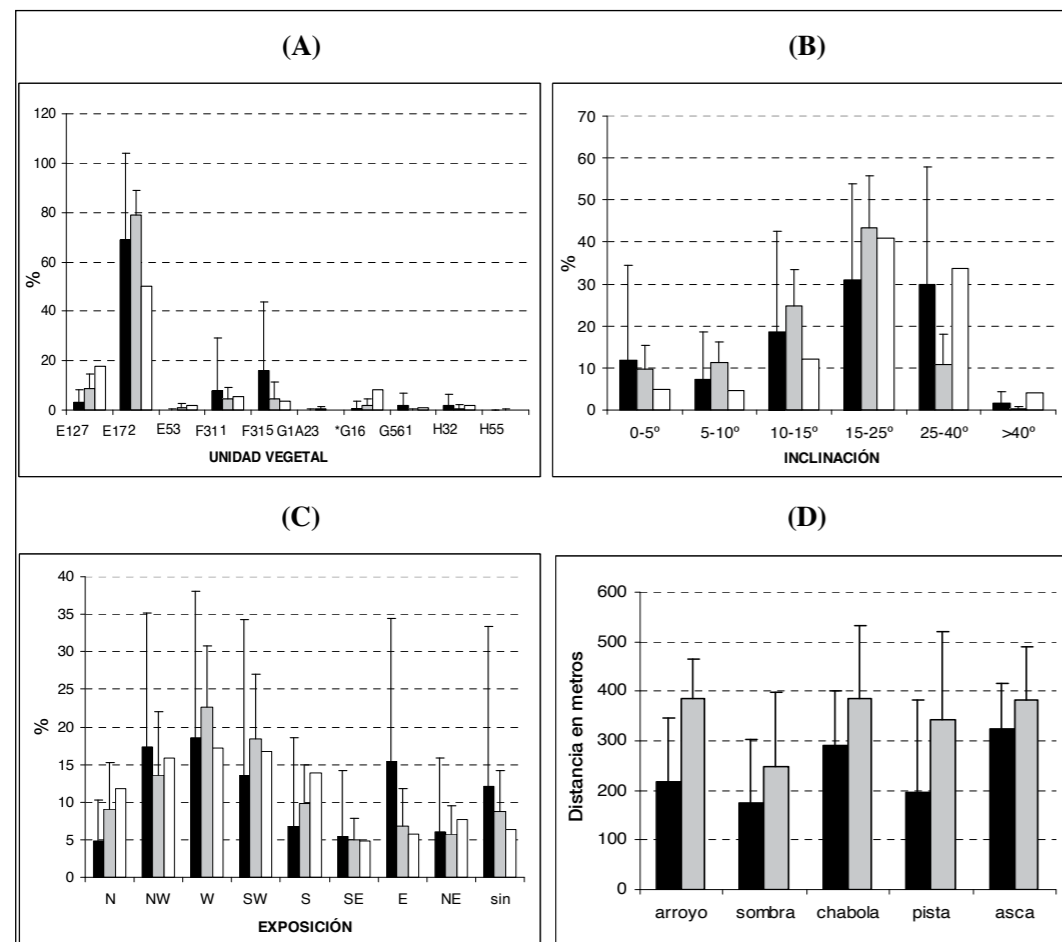


Figura 1. Uso de la vegetación (A), inclinación (B), exposición (C) y distancias a distintos puntos de agua, sombra e infraestructura (D), correspondiente al ganado vacuno (barras en negro) y equino (barras en gris). Las barras en blanco indican la disponibilidad existente en la parte supraforestal del P.N. Aralar. Las barras de error indican la desviación estándar. Unidades de vegetación del gráfico A (código EUNIS): E127= Pastos calcáreos muy secos subatlánticos; E172= Pastos de *Agrostis* y *Festuca*; E53= Helechales de *Pteridium aquilinum*; F311= Matorrales de suelos ricos (zarzales y espinares); F315= Argomales de *Ulex europaeus*; G1A23= Fresnedas pirenaico-cantábricas; *G16= Hayedos neutros pirenaico-cantábricos (basófilos húmedos) y hayedos acidófilos atlánticos (el asterisco indica que es una combinación de dos tipos de hayedos); G561= Matorrales de árboles frondosos; H32= Barrancos y gleras calizas; H55= Zonas quemadas con vegetación abierta o sin vegetación y áreas pisadas.

Los resultados de las RDAs parciales (tabla 1) indicaron que, en el caso del equino, la exposición y el momento del día (mediodía) fueron las variables que explicaron más varianza de forma significativa, aunque la varianza total explicada fue baja (27%) en comparación con el vacuno (53,5% y 60,9%). En el caso del vacuno, la exposición S explicó el 14%, la E el 12%, la W el 12%, la NW el 7% y la SE el 7%. En el caso del equino, la SW explicó el 11,6% las zonas sin exposición el 6%. Las inclinaciones que mejor explicaron el uso del vacuno, fueron las intermedias-altas, pero siempre menos del 10% de la varianza total.

Tabla 1. Análisis de ordenación parciales (RDAs, modelos reducidos), donde intervienen tres matrices: la matriz respuesta (matriz Y), y 2 explicativas (matrices X1 y X2). A: la variación explicada por la matriz de construcción X1, después de ajustar la matriz covariable X2 (en %). B: la variación explicada por la matriz de construcción X2, después de ajustar la matriz covariable X1 (en %). C: la varianza compartida entre ambas matrices (en %). λ_1 : valor propio del primer eje canónico. VTE%: la suma de A+B+C expresada en porcentaje.

Especie	Matriz Y	Matriz X1	Matriz X2	A	B	C	λ_1	F-ratio	p	VTE%	no explicada
Equino	uso vegetación	exposición (SW, sin)	Momento (mediodía)	20,2	9,4	0,0	0,142	6,85	0,003	27,0	73,0
Vacuno	uso vegetación	exposición (S,E,W,NW,SE)	Inclinación 11-25°	41,2	2,3	10,0	0,324	19,32	0,001	53,5	46,5
Vacuno	uso vegetación	exposición (S,E,W,NW,SE)	Inclinación 26-40°	41,6	9,7	9,6	0,318	21,43	0,001	60,9	39,1

DISCUSIÓN

A pesar del alto nivel de solapamiento en el uso de la vegetación entre ambas especies, cuando analizamos el patrón de uso de las comunidades vegetales en mayor detalle, se observan ligeras diferencias principalmente en relación al uso de comunidades de matorrales. Los brezales-argomales fueron más utilizados por el vacuno que por el equino, coincidiendo con lo descrito por otros autores (Menard *et al.*, 2002). El vacuno tiende a utilizar comunidades de brezales-argomales abiertos cuando la altura de la hierba del pasto denso es limitante (al principio y finales del periodo de pastoreo), en busca de hierba alta disponible en los claros herbáceos de dichas comunidades, complementando así su alimentación e ingestión (Mandaluniz, 2003). El equino, sin embargo, es capaz de apurar más la hierba, por lo que insiste más en el uso del pasto denso y el pasto seco (Menard *et al.*, 2002).

La gran variabilidad encontrada en el patrón de uso de las exposiciones e inclinaciones de ambas especies, está directamente relacionada con el ritmo de actividades y la orografía del terreno (Mendizabal, 2009). Resulta difícil interpretar el uso tan alto de pendientes pronunciadas, sobre todo en el caso del vacuno (Cook, 1966). Una posible explicación es que en el P.N. Aralar, al ser el terreno muy abrupto (con mayor disponibilidad de 16°-40° de inclinación que de 0°-15°), los animales irremediamente se ven obligados a desplazarse en altitud y a utilizar laderas inclinadas. En estos casos, los animales pueden recuperar durante los desplazamientos de bajada parte de la energía potencial gastada en la subida. Sin embargo, esta recuperación se vuelve menos eficiente en inclinaciones bajas (Robbins, 1993). Por ello, en el caso del vacuno, las inclinaciones medias (10°-25°) son más utilizadas que las más bajas (0°-5°) o las más altas (<40°) (Mandaluniz, 2003).

En general, se acepta que la actividad de pastoreo del vacuno está más afectada por las características forrajeras de las comunidades vegetales (Senft *et al.*, 1985a), mientras que los factores ambientales afectan sobre el reposo o el desplazamiento (Senft *et al.*, 1985b). El vacuno prefiere comunidades con alto contenido de biomasa herbácea (Menard *et al.*, 2002), pero sus movimientos están condicionados principalmente por la distancia a puntos de agua y la orografía del terreno (Mendizabal, 2009). A diferencia

de los rumiantes, los équidos disponen de incisivos en la mandíbula y la maxila, lo cual les permite pastar a mayor velocidad que los bóvidos en pastos de talla corta, siendo capaces de apurar más a ras de suelo (Menard *et al.*, 2002). Además, parecen estar menos condicionados por la disponibilidad de agua y los factores orográficos. Así mismo, es posible que aunque ambos animales muestren un alto solapamiento en el uso de la vegetación, podrían diferir en el uso de algunas especies vegetales, tal y como sucede en los puertos de montaña pirenaicos (Aldezabal, 1997).

CONCLUSIONES

Aunque el vacuno y el equino hayan mostrado un alto solapamiento en el uso de la vegetación, las variables topográficas y las distancias a puntos de agua, sombra e infraestructuras influyen en mayor medida sobre el vacuno, condicionando su patrón de uso del espacio. Este hecho es muy importante a la hora de predecir las relaciones de competencia entre estas especies domésticas cuando pastan juntas en zonas supraforestales de montaña.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por los proyectos UPV05/135 y UNESCO05/08, concedidos por la Universidad del País Vasco. Nuestro más sincero agradecimiento a las personas que colaboraron en la toma de datos en campo, en especial a M. Mendizabal y los Guardas del Parque Natural de Aralar (P. Zeberio, J.A. Irastorza, J.A. Roteta).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL A. (1997) *Análisis de la interacción de la vegetación-grandes herbívoros en las comunidades supraforestales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco (UPV-EHU), Leioa.
- ALTMANN J. (1974) Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior*, **69**, 227-263.
- BAILEY D.W., GROSS J.E., LACA E.A., RITTENHOUSE L.R., COUGHENOUR M.B., SWIFT D.M Y SIMS P.L. (1996) Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, **49**, 386-400.
- COOK C. W. (1966) Factors affecting utilization of mountain slopes by cattle. *Journal of Range Management*, **19**, 200-204.
- MANDALUNIZ N. (2003) *Pastoreo del ganado vacuno en zonas de montaña y su integración en los sistemas de producción de la CAPV*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- MENARD K., DUNCAN P., FLEURANCE G., GEORGES J-Y.V. Y LILA M. (2002) Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. *Journal of Applied Ecology*, **39**; 120-133.
- MENDIZABAL M. (2009) *Análisis de los factores determinantes del uso de pastos de montaña por herbívoros domésticos y su aplicación en modelos de gestión sostenible para el País Vasco*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, Leioa.
- ROBBINS C.T. (1993) *Wildlife feeding and nutrition*. Academic Press. London.
- SENFT R.L., RITTENHOUSE L.R. Y WOODMANSEE R.G. (1985a) Factors influencing patterns of cattle grazing behavior on shortgrass steppe. *Journal of Range Management*, **38(1)**, 82-87.
- SENFT R.L., RITTENHOUSE L.R. Y WOODMANSEE R. G. (1985b). Factors influencing selection of resting sites by cattle on Shortgrass Steppe. *Journal of Range Management*, **38(4)**, 295-299.

Aprovechamiento ganadero de rastrojos de cultivos hortícolas y extensivos en Navarra

The livestock use of extensive and horticultural stubble in Navarra

J.M. MANGADO / P. IRIBARREN

INTIA S.A. Avda. Serapio Huici, 22. Edif. Peritos. 31610 Villava (Navarra). jmangado@intiasa.es

Resumen: En la comarca de la Ribera del Ebro de Navarra coexisten la actividad agrícola de cultivos hortícolas y extensivos en secano y regadío y la actividad ganadera de ovino de carne, en régimen extensivo, que tradicionalmente ha utilizado los rastrojos como fuente alimenticia cubriendo una parte de las necesidades anuales de los rebaños. Ante la diversidad y variabilidad de la oferta y la carencia de datos para estimar su potencial como fuente alimenticia del ganado, se ha optado por estimarla mediante consulta directa a los ganaderos usuarios de estos recursos. Se ha entrevistado a 64 ganaderos y con sus respuestas se ha elaborado el calendario temporal de oferta de recursos con sus posibilidades de complementación y, de forma aproximada, las raciones de mantenimiento que puede ofrecer cada uno de ellos en las condiciones habituales de manejo. Así mismo se aportan datos sobre los problemas asociados al uso de esos recursos y análisis de calidad de los más utilizados.

Palabras clave: régimen extensivo, ración diaria, calendario de pastoreo, calidad, profesionalidad.

Abstract: In the Ebro's riverside region in Navarra coexist several agricultural activities, horticultural and extensive crops in dry and irrigated systems and meat sheep livestock farming in extensive regime. The crops stubbles has traditionally used as a feed source, covering a portion of annual requirements of the flocks. Due to the diversity and variability of supply and the lack of data to estimate its potential as livestock feed source, it was decided to estimate it asking directly to the farmers about these resources. Sixty-four farmers were interviewed and with their answers have been produced a temporal supply resources schedule and complementation possibilities. Moreover, approximately, the maintenance rations that can offer each of them under the usual conditions of use. Likewise, data about the different problems associated to the use of this resources and the quality analysis of the most used are provided.

Key words: extensive regime, daily ration, grazing schedule, quality, professionally.

INTRODUCCIÓN

La Ribera del Ebro de Navarra ha sido una zona de gran tradición de producción agrícola, tanto en secano como en regadío. En las últimas décadas del siglo XX las actuaciones en concentración parcelaria, modernización de regadíos tradicionales y desarrollo de nuevos regadíos han incrementado la superficie irrigada y el tamaño y estructura de las parcelas favoreciendo la mecanización de los cultivos. La situación actual de las superficies agrícolas en esta comarca, por grupos de cultivos y manejo del agua, se presenta en la figura 1 (Gobierno de Navarra, 2011). La sinergia entre las actuaciones anteriores y la presencia en esta comarca de una importante actividad industrial de conservas vegetales y ultracongelados, ha producido el incremento de la superficie hortícola en regadío (fig. 2) potenciando el subsector conservero hasta alcanzar en la actualidad el 13 % de la actividad industrial de toda Navarra y aportando el 3,5 % al PIB de la Comunidad Foral (Cámara Navarra, 2010).