

CONGRESOS Y
JORNADAS
29/93

NUTRICION DE RUMIANTES EN ZONAS ARIDAS Y DE MONTAÑA Y SU RELACION CON LA CONSERVACION DEL MEDIO NATURAL



JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN, TECNOLOGÍA Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA

**NUTRICION DE RUMIANTES EN
ZONAS ARIDAS Y DE MONTAÑA Y SU
RELACION CON LA CONSERVACION
DEL MEDIO NATURAL**

NUTRICION DE RUMIANTES EN ZONAS ARIDAS Y DE MONTAÑA Y SU RELACION CON LA CONSERVACION DEL MEDIO NATURAL



JUNTA DE ANDALUCIA

Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN, TECNOLOGÍA Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA

Edita: JUNTA DE ANDALUCIA. Consejería de Agricultura y Pesca

Publica: Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación
Agroalimentaria y Pesquera.
SERVICIO DE PUBLICACIONES Y DIVULGACION.

Colección: Congresos y Jornadas - 29/93

Autor/es **Varios.**

Fotografías e ilustraciones: Autores

Coordinación y diseño: Heliodoro Fernández López y Rosa M^a Mateo Fernández

Depósito Legal: SE-1.808/93

I.S.B.N.: 84-87564-81-X

Fotocomposición e impresión: Tecnographic, S.L.

* Se prohíbe la reproducción parcial o íntegra de esta publicación,
sin la autorización expresa de autor/es, o editor.

NUTRICION DE RUMIANTES EN ZONAS ARIDAS Y DE MONTAÑA Y SU RELACION CON LA CONSERVACION DEL MEDIO NATURAL

Ponencias presentadas en el II Seminario sobre investigación científica en el área temática de Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña y su relación con la conservación del medio natural, organizado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas con el patrocinio de la Junta de Andalucía y la Universidad de Granada, y celebrado en Granada del 1 al 3 de Octubre de 1991

Coordinador:
José F. Aguilera Sánchez

INDICE

	Pág.
PROLOGO	11
1. ECOLOGIA VEGETAL	
Los prados de siega del Pirineo central español: Su función en el ciclo ganadero tradicional y perspectivas. <i>F. Fillat, R. Fanlo, C. Chocarro y L. Goded</i>	15
Tipificación, cartografía y producción de los pastos supraforestales en el Pirineo occidental español: Objetivos y métodos. <i>D. Gómez, y J.L. Remón</i> .	35
Flora bética: Su interés como fuente de recursos ganaderos. <i>M^a C. Morales Torres</i>	49
2. INTERACCION PASTO HERBIVORO	
Planificación ganadera del sureste ibérico. <i>J. Boza</i>	59
Caracterización y análisis de las comunidades vegetales de interés ganadero del s.e. ibérico. <i>J.L. González Rebollar</i>	67
Evaluación de la capacidad sustentadora en diferentes comunidades vegetales del sudeste español: Experiencias "piloto" <i>Ana Belén Robles Cruz y Pilar Fernández García</i>	75
Evaluación pastoral y capacidad sustentadora de los pastos montanos del parque natural de la Sierra de Castril. <i>C.B. Passera y Liliána Inés Allegretti</i>	87
Evaluación de la capacidad agrosilvoganadera en parques naturales. Parque natural de la Sierra de Grazalema. <i>J.E. Guerrero, J. Gastó y P. Fernández</i>	95
Comparación de la dieta de rumiantes domésticos y salvajes en la Sierra de Cazorla. <i>P. Cuartas y R. García-Fernández</i>	101
Comportamiento alimentario y social de la cabra doméstica en zonas áridas (Lucdeme). <i>F. García Barroso</i>	109
3. VALORACION NUTRITIVA	
Valoración nutritiva de recursos alimenticios de zonas áridas y semiáridas del sureste ibérico. <i>J. Fonollá, J. Boza y J. Silva</i>	117

Sistematización de la información de alimentos y su uso en el racionamiento animal. <i>J.E. Guerrero, Ana Garrido y A. Gómez Cabrera.....</i>	129
Diagnóstico de las deficiencias minerales por medio de indicadores metabólicos y del contenido mineral en suelos y pastos. <i>G.M Carlos.</i>	133
4. PRODUCCION ANIMAL	
Métodos y estrategias para el estudio de los sistemas de pastoreo de rumiantes. <i>F.F. Bermúdez, J. Amor y A. García.....</i>	147
Evolución en la composición corporal y sistemas de producción ovina. <i>A.R. Mantecón, P. Lavin, P. Frutos, T. Manso, F.J. Giráldez y M.A. Chaso.</i>	159
Interés del empleo de los suplementos lipídicos en la alimentación de ovino y caprino en zonas áridas. <i>R. Casals y G. Caja.....</i>	173
Optimización del crecimiento en el cabrito prerrumiante.- Aspectos a considerar. <i>M^a R. Sanz Sampelayo, L. Lara, I. Ruiz, I. Prieto, F. Gil y J. Boza.</i>	195
5. FISIOLOGIA ANIMAL	
Estimación del flujo duodenal de proteína microbiana a partir de la excreción urinaria de derivados de las purinas. <i>J.A. Guada y J. Balcells. ...</i>	215
El reflejo de las fermentaciones ruminales en la excreción renal de urea, derivados púricos y ácido benzoico. <i>R. Peláez, F.J. Giráldez y E. Zorita. ...</i>	229
Cinética digestiva y utilización de pastos. <i>J.S. González, P.R. Revesado, P. Frutos, M.D. Carro y S. López.</i>	241
Ingestión voluntaria y cinética de renovación ruminal. <i>J. Gasa.....</i>	247
Ingestión voluntaria y actividad ruminal comparada de ovino y caprino en zonas áridas. <i>E. Molina, M.D. Isac, M.A. García, J.F. Aguilera y J. Boza. ...</i>	263
Estimación de la ingestión voluntaria de rumiantes en pastoreo a partir de la producción de metano. <i>J.F. Aguilera y L. Pérez.....</i>	271
Papel de la osmolalidad en la regulación fisiológica de la ingestión. <i>J.P. Barrio Lera.....</i>	279
Estimaciones de la producción de calor y del gasto energético de la locomoción del ganado caprino en pastoreo. <i>C. Prieto, M. Lachica, A. Gómez, F.G. Barroso, L. Pérez y J.F. Aguilera.....</i>	291
CONCLUSIONES.....	299

PROLOGO

Una de las ideas más compartidas entre los asistentes al Seminario sobre Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña, celebrado en León en marzo de 1990, subrayaba la conveniencia de llevar a cabo reuniones periódicas sobre este área temática, orientadas a facilitar una mayor coordinación de los programas de investigación en curso. Fruto de aquella comunidad de pensamiento, el II Seminario tiene lugar en Granada año y medio después. La preservación del medio natural adquiere particular relevancia en el campo científico propio del Seminario. No es casual. Hoy día la nutrición del rumiante en pastoreo tiene necesariamente un enfoque ecológico. Varias circunstancias del pasado inmediato han contribuido a ello. Las recientes disposiciones de la CE tendentes al desarrollo armónico, económico y social de la Europa comunitaria y, en especial, las acciones emprendidas por la PAC para limitar la producción de amplios espacios de agricultura marginal, poco competitiva o excedentaria, junto a disposiciones ad hoc del MAPA y de nuestras CCAA, han afectado a más de las 3/4 partes del territorio español, configurando un mosaico de teselas en diferente proceso de despoblamiento agrario, "zonas desfavorecidas", impulsadas a una drástica reconversión. Pero el elevado nivel de heterogeneidad estructural y diversidad biológica de estos agrosistemas les hace muy vulnerables a las simplificaciones de uso que se aventuran.

El momento parece oportuno para el desarrollo de alternativas agrarias, esencialmente silvopastorales, que armonicen conservación y explotación al amparo de objetivos como "protección del medio ambiente", "calidad de vida" o "equilibrio demográfico". Cualquier iniciativa dirigida a reconducir la degradación y abandono que padecen numerosas áreas marginales, particularmente en zonas áridas, implica la planificación y puesta en valor de sus recursos.

No es menor la fragilidad de los pastizales de montaña, gran parte de los cuales debe su formación al pastoreo y a la mano del hombre. Su degradación a matorral constituye una permanente amenaza en respuesta a alteraciones, aún pequeñas, en el delicado y deseable equilibrio entre producción sostenida y conservación.

Se asume, pues, que la actividad económica y, en particular, la agraria, debe permitir mantener los procesos ecológicos esenciales, preservar la diversi-

dad genética y asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y de los sistemas, apoyando actividades agrarias de carácter extensivo que compatibilicen producción-conservación y reduzcan insumos contaminantes. El reconocimiento de esta problemática plantea la necesidad de profundizar en el conocimiento autoecológico de nuestra flora autóctona, evaluar su potencial forrajero, analizar la incidencia del pastoreo, llevar a cabo estudios relativos a la fisiología y comportamiento de rumiantes en pastoreo con particular énfasis en las especies ovina y caprina, conocer los requerimientos energéticos y nutricionales de cada raza, establecer balances de nutrientes, etc., examinando las relaciones pasto-herbívoro que se ven involucradas.

El desarrollo de las investigaciones y proyectos que reúne esta publicación responde a una doble estrategia metodológica que conjuga estudios de campo, realizados en áreas "piloto", con análisis controlados de laboratorio. El libro recoge datos experimentales y propuestas de trabajo relacionados con la estimación de la oferta forrajera, estructuración del paisaje, caracterización y receptividad de los pastos, manejo del ganado, valoración nutritiva de forrajes, nutrición de pequeños rumiantes, procesos de fermentación ruminal, balance energético, crecimiento y desarrollo de prerrumiantes, composición corporal, así como consideraciones sobre la recuperación de la cubierta vegetal en relación con las prácticas de producción ganadera. Sin ánimo de ser excluyentes puede decirse que refleja con gran aproximación el estado actual de la investigación en curso en España en el área temática del Seminario. Constituye, en consecuencia, un buen punto de referencia para especialistas y, en general, para el lector interesado en esta parcela del conocimiento científico.

Queremos manifestar públicamente nuestro agradecimiento a Organismos e Instituciones que con su ayuda hicieron posible la celebración del Seminario. Al Consejo Superior de Investigaciones Científicas y a la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía que nos proporcionaron el suficiente apoyo económico; a la Universidad de Granada, que puso a nuestra disposición instalaciones y otros medios materiales para facilitar el desarrollo de esta reunión científica; al Excmo Ayuntamiento de Granada y al Patronato de la Alhambra por su amable acogida. Finalmente debemos agradecer a la Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía la publicación de los trabajos presentados al Seminario.

ECOLOGIA VEGETAL

LOS PRADOS DE SIEGA DEL PIRINEO CENTRAL ESPAÑOL: SU FUNCION EN EL CICLO GANADERO TRADICIONAL Y PERSPECTIVAS

F. FILLAT¹, R. FANLÓ², C. CHOCARRÓ² y L. GODED¹

(1) Instituto Pirenaico de Ecología. Apdo 64, 22700-Jaca

(2) Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agraria
Avda. Rovira Roure 177, 25006-Lleida

INTRODUCCION

Los prados del Pirineo aragonés proceden de antiguos campos de cereal, habiendo seguido una transformación que fue general en Europa: Gran Bretaña (Kerridge, 1967), Alpes suizos (Morard, 1984), montañas francesas (Nougarede, 1983; Brun et al, 1986), Carpatos polacos (Kopczynska-Jaworska, 1981). La peculiaridad aragonesa ha consistido en las influencias ambientales derivadas de su situación en el límite sur del área europea de los prados de siega y de su alejamiento de las condiciones atlánticas y mediterráneas. También ha influido en esta originalidad la poca intensificación aplicada a estos prados pirenaicos y que, sin embargo, es importante en los dos extremos de la cadena, tanto en el País Vasco (Pinto et al, 1991) como en Cataluña (Montserrat, 1956).

Los primeros estudios generales de la zona nos permitieron caracterizar esa originalidad geográfica y, en otros posteriores, definimos los cambios florísticos ocurridos en la transformación de campo de cereal a prado de siega. En la actualidad estudiamos las relaciones entre especies tanto en su dimensión superficial como en la estructuración de la comunidad por alturas. Respecto a la secuencia temporal, siempre hemos procurado estudiarla y seguimos los cambios ocurridos en la flora y en los factores climáticos (temperatura y humedad ambiental). En este trabajo resumimos las adquisiciones globales que nos parecen interesantes para el grupo especializado de ganadería extensiva que entre todos estamos animando.

LOS CAMBIOS RECIENTES

Los prados de siega en el Pirineo central español son relativamente recientes y posiblemente su generalización se dió hacia 1950. Fue un proceso lento que en algunos valles como el de Benasque se había iniciado ya hacia 1800 (Ballarín, 1968; Gómez y Fillat, 1981) mientras en otros más tradicionales finalizó en 1980 (Gistain, por ejemplo). La existencia de estas parcelas dedicadas a prado de plena propiedad particular fue consecuencia del vallado: con él se evitaba el pastoreo de los otros rebaños del pueblo y también permitía aumentar los aportes de estiércol realizados por el ganadero; así, el esfuerzo suplementario favorecía exclusivamente a sus animales que recibían una mayor cosecha de hierba (Ballarín, 1968).

Entre 1917 y 1920 coinciden muchos ganaderos en señalar que fueron años de un gran aumento del ganado mular. La demanda procedía de la huerta valenciana y de las nuevas roturaciones del Valle del Ebro y, los animales que se vendían, se habían criado en el Pirineo español pero provenían de Francia donde había ya buenos ejemplares para tiro (Normandía, Poitou, Perche). Este aumento de los animales de tiro, criados con hierba, generó una transformación importante en la antigua organización mixta de agricultura cerealista y rebaños ovinos pastando los rastrojos. Se puede asegurar que aceleró de forma importante el aumento de la pradería ya que suponía los siguientes cambios:

- Son animales que permanecen en invierno en la montaña y a los que hay que proporcionar alimento en el establo. No trashuman como hacía el ovino.
- Para ellos se construyen establos algo alejados del pueblo y constan de una planta baja dedicada a los animales y un primer piso para almacén de heno; se denominan "bordas" en todas las regiones pirenaicas.
- El heno que se almacena proviene de los prados próximos a la borda y gracias a ella, algunas parcelas que antes quedaban alejadas del pueblo, pueden ser guadañadas a partir de entonces.

La industrialización de los años 1955-60 favorece la fabricación de tractores y como consecuencia las mulas van desapareciendo. Sin embargo, la pradería sigue aumentando gracias a la nueva demanda ciudadana de carne de ternera. En estos años, los pueblos del Pirineo tienen vacas de cría y suministran los primeros terneros a los cebaderos próximos a las grandes ciudades. En una segunda demanda, ligada ya a la existencia de una buena red frigorífica (Casado, 1978), se cambian las vacas de aptitud mixta (Pardo Alpina) por otras especializadas en producción lechera (Frisona). En las dos etapas se consolida la estabulación invernal de los animales y, en consecuencia, la pradería va en aumento.

Paralelamente a estos cambios del ganado mayor, el ovino evoluciona desde una etapa tradicional de poca especialización (producciones de estiércol, lana, queso y carne) a otra dirigida al suministro de carne a las ciudades. Las razas del país (Tensina, del tronco Churo (Sánchez y Sánchez, 1986) y Rasa del

tronco Entrefino (Sierra, 1981)) aumentan sus ritmos productivos y se estabilizan en los tres partos cada dos años. Los pequeños rebaños que invernan en los pueblos complementan al vacuno en el pastoreo de los prados; sin embargo, los grandes rebaños trashumantes continúan pastando preferentemente en las superficies comunales.

Podemos considerar que los cambios del pasado reciente han conducido, en la mayoría de los pueblos, a unas explotaciones ganaderas de vacuno de cría y ovino de carne. El potencial herbáceo del Pirineo central parece que sólo permite este tipo de producciones ya que son las máximas conseguidas y no han podido compararse a las especializadas en leche que sí aumentaron en los prados de influencia atlántica. Por ello, las planificaciones futuras deben incorporar estas limitaciones y pensar más en artículos de calidad y diversificados que en hipotéticas grandes producciones.

ESTUDIOS REALIZADOS EN LA PRADERIA PIRENAICA. RESULTADOS

Los prados del Pirineo de Huesca han sido estudiados fundamentalmente por equipos de Zaragoza (Amella et al, 1990; Ferrer et al, 1990; Maestro et al, 1990) y del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE) desde su sede de Jaca. El enfoque multidisciplinario del IPE facilitó siempre trabajos en los que se consideraban de forma conjunta los componentes productivos y los ambientales e históricos (Anglada et al, 1980; Montserrat, 1981; Chocarro et al, 1990b; García-Ruiz y Lasanta, 1990) y esta misma línea se mantuvo en los primeros trabajos especializados en prados. Se iniciaron en un valle tradicional (Valle de Gistain) en el que fue posible cuantificar algunas prácticas (redileo, utilización de la hoja de fresno, mantenimiento de las alternancias de las "añadas", cultivo del centeno alternado con patata) que ya no existían en la mayoría de los valles. Los primeros resultados conseguidos en esta especie de "laboratorio" natural (Chocarro et al, 1987) nos animaron a un cambio de escala y pretendimos identificar valles con características parecidas a las de las parcelas que habíamos clasificado en Gistain; conseguimos así una panorámica que nos permitió retener las principales condiciones de manejo y de características ambientales que definían al conjunto altoaragonés (Chocarro et al, 198a; Chocarro et al, 1988b).

Actualmente hemos centrado los estudios en relaciones causa- efecto de fenómenos más generales (captación de la energía, respuestas al estrés hídrico, estructuración vertical de la comunidad) para conseguir una aproximación funcional que nos permita, en cierta medida, obviar la definición exhaustiva de las estructuras de cada nuevo conjunto geográfico a estudiar.

La zona de estudio comprende la parte montañosa de las comarcas altoaragonesas de Jacetania, Sobrarbe y Ribagorza. Su situación y la de los principales pueblos y capitales comarcales se resume en la figura 1 en la que, además, se resalta el límite sur de la zona típica de prados de siega.

Los resultados más generales obtenidos estos últimos años se pueden resumir en los apartados siguientes:

Características de la zona de prados

El hecho de que el límite sur coincida con las isoyetas anuales de 900-1000 mm y de que, además, las distribuciones de dos especies de fresno (*Fraxinus excelsior* de hoja ancha y distribución nórdica y *F. angustifolia* de hoja estrecha y más meridional) entren en contacto precisamente a lo largo de estas isoyetas, nos permitió definir las características climáticas del ambiente del fresno de hoja ancha (Creus et al, 1984). Mediante los estudios dendroclimáticos, aplicados a un conjunto de árboles del valle de Gistain, definimos la temperatura mínima del mes de abril como el primer factor que afectaba al crecimiento anual del fresno y, en años muy fríos, lo frenaba considerablemente; en segundo lugar, influía favorablemente la lluvia del mes de junio siendo, la temperatura máxima de agosto, el tercer factor en importancia y de influencia negativa.

Como primera aproximación suponemos que estas respuestas del crecimiento del fresno de hoja ancha son las que va a tener que soportar la pradería que crece en la zona. En unas verificaciones posteriores (Chocarro y Fillat, 1987), correlacionamos los datos de las garitas meteorológicas distribuidas altitudinalmente en la ladera de prados de San Juan de Plan (Valle de Gistain) con la evolución de la pradería, seguida por controles fotográficos a distancia y precisamos los siguientes puntos: El cambio de tonos pajizos a verdes (inicio de la brotación) ocurre entre febrero y marzo con temperaturas mínimas de 0 °C y máximas de 10 °C. A mediados de abril ya florecen los dientes de león (*Taraxacum gr officinale*) y las temperaturas correspondientes son de más de 0 °C para las mínimas y de 14 °C para las máximas; es por tanto abril un mes importante para la brotación primaveral. Respecto a la influencia de la altitud, el ascenso desde las cotas de 1100 m a las de 1500 m, supone un retraso de 4 a 5 semanas en los cambios fenológicos explicados.

Para las lluvias, los valores de junio son altos (Chocarro y Fillat, 1987) y, los años de tormentas en agosto, se suaviza el calor. En ambos meses la probabilidad de lluvias es elevada lo que confirmaría su importancia para mantener las producciones de hierba en estas condiciones de montaña alejada de la influencia atlántica. En cuanto a la producción, la comparación de las lluvias de primavera respecto a las veraniegas demostró que el rendimiento de las primeras era mayor (año 1985, 1,5 kg de materia seca/m³ de agua caída en primavera frente a 1,1 kg/m³ en verano).

Podemos asegurar que la principal originalidad de estos prados altoaragoneses es la de su situación en el límite sur del área normal de prados europeos y, por ello, es fácil identificar en dicha zona frontera algunos fenómenos de estrés hídrico que no son tan aparentes en los climas atlánticos.

La flora pratense como reflejo de los factores ambientales y de las prácticas agrícolas

Origen de las especies en las comunidades pratenses

El conjunto de los 130 taxones encontrados en el muestreo de varios valles altoaragoneses (Aisa, Tena, Broto, Gistain y Benasque) (Chocarro et al, 1990c) se puede agrupar en diez categorías (figura 2) para las que hay un cierto acuerdo entre distintos especialistas (Braun-Blanquet, 1979; Bolós y Vigo, 1984; Ellenberg, 1988; Castroviejo et al, 1986; Castroviejo et al, 1990). Si además las reunimos en dos grandes grupos según que sean más importantes los factores ambientales o los de gestión (tabla 1), nos encontramos con las siguientes características: hay un cierto equilibrio entre las especies dependientes de la gestión ganadera (39 %) y las influenciadas directamente por el ambiente (40 %). En este segundo grupo, resulta muy clara la influencia del bosque (36 %) y, en cambio, es poco importante la ejercida por las corrientes superficiales de agua (4 %).

La gestión agraria del montañés ha favorecido algunas especies a través de sus actuaciones agrícolas (16 % se pueden considerar procedentes del abandono de antiguos campos de cereal o "panares") o, indirectamente, con el pastoreo de sus ganados (12 %). Las ruderales suman un 7 % y las especies sembradas son el 4 %.

De acuerdo con estas influencias, esquematizamos en la figura 3 las principales vías de incorporación de las diversas especies al conjunto del prado (Chocarro et al, 1990c). Las influencias directas del ganadero se deben a la transformación de antiguas solanas forestales en campos de cereal, ampliados después a cultivos de patata y alfalfares. También son importantes las fertilizaciones incorporadas para mantener las cosechas (redileo del ovino o reparto de estiércol de vacuno) y los controles del agua (riego, drenaje de humedales).

Indirectamente, la influencia del montañés a través de sus ganados, incorpora las especies que transportan los animales desde los pastos supraforestales estivales y desde los bosques. Además, la propia explotación forestal favorece la proliferación de vías de intercambio entre bosque y prado. En conjunto, la influencia de la montaña, debida a sus dificultades de acceso, ha protegido ciertos bosques autóctonos y, desde ellos, se han aportado muchas especies a los prados.

Especies indicadoras de las prácticas agrarias

Del esquema general de la figura 3, estudiamos inicialmente el paso de antiguos campos de cereal a prados. Los muestreos se efectuaron durante los años 1985, 86 y 87 (Chocarro et al, 1988c) correspondiendo el primero a la ladera de San Juan de Plan (valle de Gistain), el segundo a condiciones de buena gestión en fondos de valle y el tercero a una panorámica conjunta de fondos y laderas. Comparando los dos casos extremos, la ladera de 1985 y los fondos de 1986 (tablas 2 y 3) resultan las siguientes consideraciones: en 1985, las especies más frecuentes (las que están presentes en más de 5 muestras, columna A, tabla 2) son 41, mientras en 1986 descienden a 26 (columna A, tabla 3). En el primer año destacan los táxones ligados a ambientes secos, de orla de bosque y de ladera poco intervenida. Son los siguientes:

Festuca gr rubra, *Lotus corniculatus*, *Ranunculus bulbosus*, *Carex caryophylla*, *Sanguisorba minor*, *Achillea millefolium*, *Onobrychis senenii*, *Bromus erectus*

o *Picris hieracioides*, con preferencia por ambientes secos; *Phyteuma orbiculare*, *Briza media*, *Scabiosa columbaria* y *Galium verum* proceden de la orla de bosque; *Agrostis capillaris* y *Anthoxantum odoratum* son frecuentes en prados poco intervenidos. Estas mismas especies prácticamente no están presentes en los prados de 1986 en los que, en cambio, ganan importancia *Trifolium repens*, *Poa trivialis*, *Poa pratensis* y *Arrhenatheum elatius*, además de otras sembradas (*Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* y *Phelum pratense*).

En cuanto al aporte de materia seca por especies (columnas B de las tablas 2 y 3), el número de las que aportan más del 0,5 % es parecido (33 en 1985 y 31 en 1986). Sin embargo, para alcanzar el 85 % del total de la materia seca, son necesarias 29 especies en 1985 y sólo 18 en 1986 por lo que destacan algunas con su gran aportación; ese es el caso del dactilo en 1986 (21 % frente a sólo 8 % en 1985).

Respecto a la calidad, medida en estos estudios a través del índice "complex" (Sostaric y Kovacevic, 1974), comparando de nuevo las condiciones de ladera de 1985 y las de fondo de valle de 1986 y matizando además entre las buenas forrajeras (índice superior o igual a 0,6), las medias (0,4) y las malas (0,2), resulta que la contribución a la materia seca de las especies con más del 0,5 %, para cada año, fue:

1985: 45 % malas, 12 % medias y 43 % buenas

1986: 32 % malas, 10 % medias y 58 % buenas

luego hay un claro aumento de las buenas forrajeras en 1986 y una disminución de las malas.

En general, tras el cambio de cereal a prados, las buenas condiciones de fondo de valle (año 1986), favorecieron a especies más productivas ya que la gestión ganadera pudo ser más intensa. En cambio, en situaciones de ladera, la producción se distribuye entre más especies y con un reparto equilibrado. En todo caso, la importancia del dactilo es un buen indicador del grado de intervención en cualquiera de estos prados del Pirineo central aragonés.

Gestión y diversidad

El interés en conocer los niveles de producción forrajera y su correspondiente calidad en función del grado de intervención ganadera, se incrementa cuando se incluye además el parámetro de la diversidad florística. Para los tres años de muestreo ya explicados, se agruparon las parcelas según tres grados de intervención: alfalfares sembrados, mezcla de gramíneas y leguminosas sembradas y parcelas no sembradas y para condiciones de fondo y ladera (tabla 4) (Chocarro et al, 1989). Los cálculos se hicieron para el primer corte de heno.

En cuanto a la producción, hay poca diferencia entre las parcelas sembradas y las naturales. Los valores son parecidos a los dados por otros autores para los Alpes o el Jura hace ya unos años (Caputa, 1962).

La calidad de las parcelas sembradas es mayor y ella influye en el índice conjunto de cantidad-calidad (columna 3 de la tabla 3). A pesar de esta mejora global, cuando consideramos las condiciones de ladera, las diferencias no son tan importantes o incluso empeoran: caso de los alfalfares envejecidos, con 23 Qm/Ha o para las sembradas en laderas difíciles, con 19 Qm/Ha.

La diversidad, medida por el índice de Shannon (Margalef, 1986) y para una superficie de 0,11 m², muestra una clara relación inversa con la intervención y todos los prados naturales tienen valores próximos o superiores a 3 bits. Por el contrario, en los casos más intervenidos, los valores están próximos a 2 bits.

En conjunto, las condiciones de montaña, sólo permiten la utilización de variedades comerciales de siembra cuando la siembra se realiza en las mejores condiciones y éstas son limitadas. Además, la poca diferencia de producción con los prados naturales, plantea la necesidad de sembrar especies ya seleccionadas para las condiciones de montaña. Actualmente, las recomendaciones de la CE sobre la conservación de la biodiversidad (artículo 19 de la PAC) introducen nuevos matices a la pérdida de diversidad causada por las siembras.

Ocupación del espacio por las especies, estrategias

Los estudios en diversos valles nos permitieron elegir unas características ambientales y de gestión que resumiesen una muestra global media de los prados altoaragoneses y nos decidimos por el Valle de Broto debido a su situación geográfica central en la zona de prados y a conservar aún un tipo de gestión ganadera intermedia en cuanto al nivel de intensificación.

Durante los tres últimos años hemos ampliado las variables a medir en las condiciones de un prado de regadío del pueblo de Frajen, del valle de Broto; como en los estudios de San Juan de Plan, hemos procurado elegir una situación en la que el impacto turístico no haya sido tan intenso como para desorganizar las formas de gestión habituales del valle. Los factores climáticos se miden mediante registros semanales en el pueblo (temperatura y humedad en garita) y otros (temperatura y humedad ambiental a tres niveles), cada hora, mediante sensores automatizados (data logger), en la parcela de estudio. Las condiciones de riego se han seguido mediante tensiómetros a tres profundidades y con una lectura diaria. La evolución del banco de semillas del suelo se ha muestreado en tres épocas y con un diseño espacial sistemático.

Además, el seguimiento de unas microparcelsas fijas (16 en 1 m²) nos ha permitido cuantificar la competencia entre el desarrollo del dactilo y otras dos gramineas (*Arrhenatherum elatius* y *Trisetum flavescens*) que consideramos típicas de estos prados de siega.

Como avance del primer año (Fanlo et al, 1991), las microparcelsas nos permiten resumir los siguientes aspectos: la gran dominancia del dactilo en estos prados es controlada por las especies *Arrhenatherum elatius* y *Trisetum flavescens* cuando ambas están presentes de forma importante en la microparcelsa correspondiente. En una evolución seguida en los tres cortes que habitualmente da el ganadero (junio, agosto y noviembre, dos para heno y un pastoreo otoñal) resultó que la presencia de dactilo en el pastoreo otoñal no dominaba si en la microparcelsa correspondiente había sido importante la presencia conjunta de las dos gramineas desde el primer corte; cuando sólo abundaba una, no llegaba a dominar al dactilo en el momento del pastoreo otoñal.

Las dos especies de gramíneas mencionadas parecen las mejor adaptadas para neutralizar la preponderancia del dactilo y, en cierta medida, ser capaces de retornar a unas condiciones de un reparto más equilibrado de especies. Serían las primeras en ir absorbiendo la perturbación que supuso el paso de bosque a campo de cereal y de éstos a prado y que, en la primera fase parece dominado por el dactilo. En las condiciones del Pirineo de Huesca estos cambios se registran en prados con más de 20 años transcurridos desde el cultivo cerealista.

Distribución en altura de la biomasa aérea

Las consideraciones iniciales sobre la distribución de estos prados pirenaicos (próximos al límite sur de su área europea) y el hecho de que algunas especies de porte delicado resultasen frecuentes en la mayoría de los muestreos, nos indujo a considerar dos microambientes: el de la base, donde habría unas condiciones "atlánticas" y el de los tallos y espigas de las gramíneas, más aireado y soleado. Estos primeros supuestos los hemos incorporado a las mediciones en las parcelas de Frajen ampliando los conceptos de distribución espacial de las especies con otros relacionados con la explotación de los diversos estratos.

Los primeros resultados de 1989 (figura 4) (Cantero et al, 1991) indican una clara diferenciación entre gramíneas y leguminosas en su distribución en los diferentes estratos. Paralelamente, el comportamiento respecto al potencial hídrico parece confirmar la existencia de los dos microambientes que, en cierta medida, se complementarían.

DISCUSION

En los Alpes suizos existen claras relaciones entre las formas de explotación comunal del territorio de montaña y las dificultades ambientales (Head-König, 1982). De un modo similar, podemos considerar la persistencia de las tradiciones comunales del Pirineo central (Puigdefábregas y Fillat, 1986) como unas organizaciones necesarias para los pastoreos estivales. En el conjunto de la pradería, las limitaciones ambientales derivarían de su situación en el límite sur de los prados de siega y de la dificultad para el control de la humedad ambiental y de la poca regulación hídrica de los suelos. Por ello, podemos considerar la lentitud en superar la etapa de dominancia del dactilo como la consecuencia más aparente. Esta fase también se da en los campos abandonados de los Altos Vosgos franceses (Fiorelli y Jeannin, 1986) pero dura poco. En las condiciones del Pirineo central francés (exposición norte y abierto a las penetraciones atlánticas) la dominancia se va amortiguando con los años (Fily, 1990).

La composición florística de los prados de León, muestra una preponderancia de *Holcus lanatus*, *Poa trivialis* y *Trifolium repens* (Navascués et al, 1986; Zuzua et al, 1986, García et al, 1990-91) que sólo ocurre en el Pirineo de Huesca en las condiciones de regadío (Ferrer et al, 1990) lo que nos confirmaría una situa-

ción general de mal aprovechamiento de las precipitaciones en el Pirineo sur si lo comparamos con los Montes Cantábricos leoneses (Chocarro et al, 1990). En la depresión vasca (Pinto et al, 1991) la humedad atlántica entra ampliamente y la gestión ha sido muy intensa por lo que la dominancia del ray grass es tan importante como en Gran Bretaña (Beddows, 1969).

En las condiciones de Europa central (Ellenberg, 1988), para los prados típicos de *Arrhenatheretum*, la especie *Arrhenatherum elatius* tiene una distribución suboceánica y submeridional, evitando las localidades más continentales del este y centro europeas y las latitudes frías del norte o las altitudes de las montañas. Para la situación intermedia de la pradería de Frajen (valle de Broto), con un cierto equilibrio entre *Arrhenatherum elatius* y *Trisetum flavescens*, hay una clara frontera altitudinal entre ambas especies. La mayor agresividad del dactilo parece ligada a la mala retención hídrica de los suelos (sobre depósitos glaciares) (Ellenberg, 1988) que, en estos prados de montaña penalizaría la recuperación de *Arrhenatherum elatius*. En todo caso, el claro dominio de gramíneas de porte alto y crecimiento amacollado se vería favorecido por el tipo de gestión, con cortes espaciados, fertilización a base de estiércol y poco pastoreo (Ellenberg, 1988).

En los muestreos generales de 1985 (condiciones de ladera) y 1986 (fondos de valle) se comparan unas composiciones florísticas que confirman la situación intermedia de Frajen (valle de Broto) en cuya pradería es escasa la importancia de especies de hoja ancha (*Heracleum sp*, *Anthriscus sp*).

CONCLUSIONES

Los distintos estudios realizados en la pradería del Pirineo aragonés confirman un grado de diversidad alto y un paisaje en mosaico que puede seguir contribuyendo a su mantenimiento.

La incorporación de los conceptos de producción sostenida y equilibrio entre producción-conservación a los planteamientos del máximo beneficio a corto plazo, es una vía prometedora para el futuro de las zonas marginales. Además del atractivo científico, la nueva aplicación efectiva de las recomendaciones de la CE sobre mantenimiento de la biodiversidad, plantea un reto de imaginación para su generalización a las zonas ganaderas marginales españolas.

BIBLIOGRAFIA

ANGLADA,S., BALCELLS,E., CREUS,J., GARCIA-RUIZ,J.M. Y PUIGDEFABREGAS,J., 1980. *La vida rural en la montaña española*. Ed. Instituto de Estudios Pirenaicos, Jaca. 113 pp.

AMELLA,A., FERRER,C., MAESTRO,M., BROCA,A. Y ASCASO,J., 1990. Praderas artificiales de los fondos de valle del Pirineo central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. En *XXX Reunión Científica de la SEEP*. Ed.

Sociedad Española para el Estudio de los Pastos-Gobierno Vasco. San Sebastián. pp: 160-167.

BALLARIN,A., 1968. *El Valle de Benasque*. Zaragoza. 207 pp.

BEDDOWS,A.R., 1969. A history of the introduction of timothy and cocksfoot into alternate husbandry in Britain. 3. The impact of cocksfoot on ley farming. *Journal of the British Grassland Society*, 24 (2): 163 -167.

BOLOS,O. Y VIGO,J., 1984. *Flora dels Paisos Catalans*. Ed. Barcino. Barcelona, 736 pp.

BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume. Barcelona. 820 pp.

BRUN, A., DEFFONTAINES, J.P., ET TEISSIER, J.H., 1986. Chapitre préliminaire. En *Espaces fourragers et aménagement*. Ed. INRA, Paris. pp: 15-31.

CANTERO, C., CHOCARRO, C., FANLO, R., FILLAT, F. Y GODED, M.L., 1991. Estructura de un prado de siega altoaragonés. Análisis del estado hídrico y comportamiento estomático. En *III Jornadas de la Asociación Española de Ecología Terrestre*. Ed. Facultad de Biología. León. pp: 88.

CAPUTA, J., 1962. La production fourragere dans la zone des montagnes en Suisse. En *Comptes rendus de la Conférence Européenne des herbages de montagne*. Ed. Association pour le développement de la culture fourragere. Zurich. Suisse. pp: 39-62.

CASADO, P., 1978. Santander, capital de la lactología española. Acontecimientos lactológicos (1958-1975). *Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios III*: 139-155.

CASTROVIEJO, S., LAINZ, M., LOPEZ GONZALEZ, G., MONTSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J. Y VILLAR, L., 1986. *Flora ibérica. Vol. 1. Lycopodiaceae-Papaveraceae*. Ed. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Madrid. 575 pp.

CASTROVIEJO, S., LAINZ, M., LOPEZ GONZALEZ, G., MONTSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J. Y VILLAR, L., 1990. *Flora ibérica. Vol. II. Platanaceae-Plumbaginaceae*. Ed. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Madrid. 897 pp.

CREUS, J., FILLAT, F. Y GOMEZ, D., 1984. El fresno de hoja ancha como árbol semi-salvaje en el Pirineo de Huesca (Aragón). *Acta biologica montana* 4: 445-454.

CHOCARRO, C., FILLAT, F., GARCIA-CIUDAD, A. AND MIRANDA, P., 1987. Meadows of Central Pyrenees. Floristical composition and quality. *Pirineos* 129: 5-33.

CHOCARRO, C. Y FILLAT, F., 1987. Evolución estacional de algunos factores ecológicos detectados por fotografía en una pradería pirenaica. *Pastos* 17 (1 y 2): 269-284.

CHOCARRO, C., FANLO, R. Y FILLAT, F., 1988a. Evolución primaveral de los prados pirenaicos: Parámetros significativos. En *XXVIII Reunión Científica de la SEEP*. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos-CSIC. Jaca. pp 187-200.

CHOCARRO, C., FANLO, R., FILLAT, F., GARCIA-CIUDAD, A. Y GARCIA CRIADO, B., 1988b. Comparaciones entre 1º y 2º corte en prados pirenaicos. En *XXVIII Reunión Científica de la SEEP*. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos-CSIC. Jaca. pp 201-210.

CHOCARRO, C., FANLO, R., Y FILLAT, F., 1988c. Influencia de la gestión ganadera en la composición florística y producción de los prados de siega altoaragoneses. *Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología* 4: 793-805.

CHOCARRO, C., FANLO, R. Y FILLAT, F., 1989. Facteurs écologiques limitants de la prairie pyrénéenne aragonaise. En *XVI Congrès International des Herbages*. Nice. pp: 1459-1460.

CHOCARRO, C., FANLO, R., FILLAT, F., GARCIA, A. Y NAVASCUÉS, I., 1990a. Comparación entre la composición florística de los prados de fondo de valle y ladera en los Montes Cantábricos y el Pirineo oscense. En *Actas del II Coloquio internacional de Botánica pirenaico-cantábrica*. Jaca. pp :375-386.

CHOCARRO, C., FANLO, R., FILLAT, F. Y MARIN, P., 1990b. Historical evolution of natural resource use in the central Pyrenees of Spain. *Mountain Research And Development*. Vol 10 (3): 257-265.

CHOCARRO, C., FANLO, R. Y FILLAT, F., 1990c. Composición florística de algunos prados de siega altoaragoneses. *Lucas Mallada* 2: 43-55.

ELLENBERG, H., 1988. *Vegetation Ecology of Central Europe*. Ed. Cambridge University Press. Cambridge. 731 pp.

FANLO, R., FILLAT, F., CHOCARRO, C. ET ENRIQUEZ, S. 1991. Principaux changements dans la prairie permanente des Pyrénées centrales pendant un cycle végétatif. En *IV th International Rangeland Congress*. Montpellier. pp: 27

FERRER, C., AMELLA, A., MAESTRO, M., BROCA, A. Y ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de regadío de los fondos de valle del Pirineo central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. En *XXX Reunión Científica de la SEEP*. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos Gobierno Vasco. San Sebastián. pp: 168-175.

FILY, M., 1990. *Succession post-culturale et pression de paturage dans les Pyrénées centrales: étude a l'échelle de l'écosystème, de la communauté et d'une population de Dactylis glomerata L. prise comme modele*. These de Doctorat. Université Paul Sabatier. Toulouse. 181 pp .

FIORELLI, J.L., ET JEANNIN, B., 1986. Cadre écologique et dynamique des espaces fourragers. En *Espaces fourragers et aménagement. Le cas des Hautes Vosges*. Ed. INRA. Paris. pp: 33-52.

GARCIA, R., MORO, A., PÉREZ-PINTO, J.E., PÉREZ-PINTO, T. Y CALLEJA, A., 1991. Composición botánica y producción de prados permanentes de montaña. *Pastos XX-XXI*: 19-49.

GARCIA-RUIZ, J.M. AND LASANTA, T., 1990. Land-use changes in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research And Development* 10 (3): 267-279.

GOMEZ, D. Y FILLAT, F., 1981. La cultura ganadera del fresno. *Pastos XI* (2): 295-302.

HEAD-KONIG, A.L., 1982. Petites et grandes exploitations dans l'Arc Alpin helvétique. En *Large Estates and Small Holdings in Europe in the Middle Ages and Modern Times*. Ed. P. Gunst-T. Hoffmann, Akademia Kiadó. Budapest. pp: 277-287.

KERRIDGE, E., 1967. *Agricultural Revolution*. Ed. Allen and Unwing. London. 345 pp.

KOPCZYNSKA-JAWORSKA, B., 1981. La vie agro-pastorale traditionnelle et la famille dans les Carpates polonaises. En *Les Pyrénées et les Carpates XVI-XX siècles*. Ed. Editions Scientifiques de Pologne. Warszawa. pp: 135-148.

MAESTRE, M., FERRER, C., AMELLA, A., BROCA, A. Y ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de secano de los fondos de valle del Pirineo central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. En *XXX Reunión Científica de la SEEP*. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos-Gobierno Vasco. San Sebastián. pp: 176-183.

MARGALEF, R. 1986. *Ecología*. Ed. Blume. Barcelona. 951 pp.

MONTSERRAT, P., 1956. *Consideraciones sobre la mejora de los prados en Seo de Urgel y valles próximos*. Ed. Cooperativa del Cadí. Seo de Urgel. 46 pp.

MONTSERRAT, P., 1981. Continentalidades Climáticas pirenaicas. En *Publicaciones del Centro pirenaico de Biología experimental 13*: 68-83.

MORARD, N., 1984. L'élevage dans les Préalpes fribourgeoises: des ovins aux bovins (1350-1550). En *L'élevage et la vie pastorale dans les montagnes de l'Europe au moyen âge et à l'époque moderne*. Ed. CNRS-Institut d'Etudes du Massif Centrale. Clermont-Ferrand. pp: 15-26.

NAVASCUÉS, I., CALABUIG, E. Y TARREGA, R., 1986. Dominancia en los prados de siega de la comarca de Riaño (León). En *XXVI Reunión Científica de la SEEP*. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos-Principado de Asturias. Oviedo. pp: 27-40.

NOUGAREDE, O., 1983. Du seigle, des troupeaux, des hommes en Margeride lozérienne. En *La Margeride: la montagne, les hommes*. Ed. INRA. Paris. pp: 93-150.

PINTO, M., RODRIGUEZ, M. Y DOMÍNGO, M., 1991. Caracterización de las praderas permanentes en el País Vasco. En *XXXI Reunión Científica de la SEEP*. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos-Región de Murcia. Murcia. pp: 123-129.

PUIGDEFABREGAS, J. AND FILLAT, F., 1986. Ecological adaptation of traditional land-uses in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research And Development*. 6 (1): 63-72.

SANCHEZ BELDA, A. Y SANCHEZ TRUJILLANO, M.C., 1986. *Razas ovinas españolas*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 887 pp.

SIERRA, I., 1981. Las razas autóctonas en el ganado ovino. En *I Jornadas Técnicas de Ganado Ovino en la Rioja*. Logroño. pp: 19-47.

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

ZUAZUA, M.T., CALABUIG, E. Y NAVASCUÉS, I., 1986. Evolución de las especies con valor pastoral en tierras de cultivo abandonadas (León). En *XXVI Reunión Científica de la SEEP*. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos-Principado de Asturias. Oviedo. pp: 41-52.

Tabla 1

Reparto, en tanto por ciento, de las diez categorías de la figura 2 y su agrupamiento en las relacionadas con el ambiente o con la gestión. Las especies típicas de prados suponen un 21 % del total.

		%	%	%
AMBIENTE:	Borde de bosque	30,23	36,45	40,32
	Bosque	3,11		
	Claro de bosque	3,11		
	Suelo húmedo	2,32	3,87	
	Regato	1,55		
PRADO:	Prado natural	20,93	20,93	20,93
GESTION:	Panares	15,50	38,75	38,75
	Ganado	12,40		
	Ruderales	6,98		
	Prado sembrado	3,87		

(Chocarro et al 1990c)

AÑO 1985

A		B			
1	<i>Dactylis glomerata</i>	93.33	1	<i>Centaurea debeauxii</i>	8.73
2	<i>Agrostis capillaris</i>	82.22	2	<i>Agrostis capillaris</i>	7.61
3	<i>Lotus comiculatus</i>	73.33	3	<i>Dactylis glomerata</i>	7.53
4	<i>Trisetum flavescens</i>	71.11	4	<i>Onobrychis sennenii</i>	5.59
5	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	68.89	5	<i>Medicago sativa</i>	5.87
6	<i>Festuca gr rubra</i>	68.89	6	<i>Trisetum flavescens</i>	5.73
7	<i>Plantago lanceolata</i>	68.89	7	<i>Lotus cornicularus</i>	5.42
8	<i>Trifolium pratense</i>	64.40	8	<i>Trifolium pratense</i>	4.53
9	<i>Taraxacum gr. officinale</i>	51.11	9	<i>Festuca gr rubra</i>	4.17
10	<i>Carex caryophyllea</i>	48.89	10	<i>Heradeum sphondylium</i>	3.14
11	<i>Cerastium fontanum</i>	46.67	11	<i>Rhinanthus mediterraneus</i>	3.09
12	<i>Ranunculus bulbosus</i>	46.67	12	<i>Scabiosa columbaria</i>	3.00
13	<i>Sanguisorba minor</i>	46.67	13	<i>Bromus sterilis</i>	2.27
14	<i>Onobrychis sennenii</i>	44.44	14	<i>Taraxacum gr officinale</i>	2.22
15	<i>Rhinanthus mediterraneus</i>	42.22	15	<i>Sanguisorba minor</i>	1.94
16	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	40.00	16	<i>Astrantia major</i>	1.72
17	<i>Centaurea debeauxii</i>	37.78	17	<i>Plantago lanceolata</i>	1.33
18	<i>Holcus lanatus</i>	37.78	18	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1.25
19	<i>Bromus erectus</i>	33.33	19	<i>Holcus lanatus</i>	1.23
20	<i>Scabiosa columbaria</i>	33.33	20	<i>Poa pratensis-angustifolia</i>	1.14
21	<i>Achillea millefolium</i>	31.11	21	<i>Holcus mollis</i>	1.12
22	<i>Poa pratensis-angustifolia</i>	31.11	22	<i>Chaerophyllum aureum</i>	1.08
23	<i>Trifolium repens</i>	28.89	23	<i>Bromus erectus</i>	1.08
24	<i>Arabis hirsuta</i>	24.44	24	<i>Arrhenatherum elatius</i>	1.01
25	<i>Arrhenatherum elatius</i>	22.22	25	<i>Carex caryophyllea</i>	0.89
26	<i>Phyteuma orbiculare</i>	22.22	26	<i>Achillea millefolium</i>	0.83
27	<i>Briza media</i>	20.00	27	<i>Leontodon hispidus</i>	0.82
28	<i>Cynosurus cristatus</i>	20.00	28	<i>Cerastium fontanum</i>	0.79
29	<i>Astrantia major</i>	20.00	29	<i>Centaurea gr nigra</i>	0.75
30	<i>Galium verum</i>	20.00			
31	<i>Picris hieracioides</i>	20.00			
32	<i>Leontodon hispidus</i>	17.78			85 %
33	<i>Medicago sariva</i>	15.55			
34	<i>Chaerophyllum aureum</i>	15.55	30	<i>Knautia arvensis</i>	0.68
35	<i>Galium mollugo</i>	15.55	31	<i>Picris hieracioides</i>	0.58
36	<i>Veronica arvensis</i>	15.55	32	<i>Vicia gr cracca</i>	0.57
37	<i>Trifolium montanum</i>	15.55	33	<i>Ononis spinosa</i>	0.56
38	<i>Vicia sativa</i>	13.33			
39	<i>Heracleum sphondylium</i>	13.33			
40	<i>Brimeura amethystina</i>	13.33			
41	<i>Viola sp.</i>	13.33			

Tabla 2

Frecuencia de especies (A) y aporte de materia seca (B) de las especies muestreadas en 1985, en condiciones de ladera. Datos en tanto por ciento.

AÑO 1986

A		B			
1	<i>Dactylis glomerata</i>	92.30	1	<i>Dactylis glomerata</i>	20.69
2	<i>Taraxacum gr. officinale</i>	82.00	2	<i>Medicago sativa</i>	7.69
3	<i>Trifolium repens</i>	79.50	3	<i>Arrhenatherum elatius</i>	5.80
4	<i>Poa trivialis</i>	71.80	4	<i>Poa pratensis-angustifolia</i>	5.52
5	<i>Poa pratensis-angustifolia</i>	69.20	5	<i>Taraxacum gr. officinale</i>	5.46
6	<i>Veronica arvensis</i>	59.00	6	<i>Festuca arundinacea</i>	5.44
7	<i>Cerastium fontanum</i>	53.80	7	<i>Trifolium repens</i>	4.20
8	<i>Trisetum flavescens</i>	51.30	8	<i>Trisetum flavescens</i>	4.16
9	<i>Trifolium pratense</i>	51.30	9	<i>Phleum pratense</i>	3.95
10	<i>Plantago lanceolata</i>	48.70	10	<i>Trifolium pratense</i>	3.95
11	<i>Arrhenatherum elatius</i>	41.02	11	<i>Lolium perenne</i>	3.77
12	<i>Festuca arundinacea</i>	41.02	12	<i>Poa trivialis</i>	3.34
13	<i>Lolium perenne</i>	38.50	13	<i>Tragopogon pratensis</i>	3.25
14	<i>Bromus commutatus</i>	35.90	14	<i>Chaerophyllum aureum</i>	2.55
15	<i>Phleum pratense</i>	33.33	15	<i>Plantago lanceolata</i>	1.87
16	<i>Ranunculus bulbosus</i>	30.80	16	<i>Bromus commutatus</i>	1.67
17	<i>Holcus lanatus</i>	30.80	17	<i>Medicago minima</i>	1.64
18	<i>Ranunculus acris</i>	25.60	18	<i>Holcus lanatus</i>	1.55
19	<i>Chaerophyllum aureum</i>	20.51			
20	<i>Medicago sativa</i>	20.51			85%
21	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	17.95			
22	<i>Lotus corniculatus</i>	17.90	19	<i>Lolium multiflorum</i>	1.37
23	<i>Medicago lupulina</i>	17.90	20	<i>Ranunculus acris</i>	0.97
24	<i>Bromus hordeaceus</i>	17.90	21	<i>Sanguisorba officinalis</i>	0.97
25	<i>Rhinanthus mediterraneus</i>	15.40	22	<i>Crepis pyrenaica</i>	0.83
26	<i>Festuca gr rubra</i>	15.38	23	<i>Picris hieracioides</i>	0.80
			24	<i>Rumex crispus</i>	0.74
			25	<i>Lotus corniculatus</i>	0.65
			26	<i>Veronica arvensis</i>	0.65
			27	<i>Medicago lupulina</i>	0.60
			28	<i>Ranunculus bulbosus</i>	0.59
			29	<i>Cerastium fontanum</i>	0.52
			30	<i>Pimpinella major</i>	0.52
			31	<i>Bromus hordeaceus</i>	0.51

Tabla 3

Frecuencia de especies (A) y aporte de materia seca (B), de las especies muestreadas en 1986, en condiciones de fondo de valle. Datos en tanto por ciento.

Primer corte, años 1985, 1986 y 1987		1	2	3	4
		qm/ha	%	qm/ha	bits
A	Alfalfares (5 parcelas)	53,1	86,3	46,2	1,38
	Antiguos alfalfares (11 parcelas)	40,5	58,5	23,5	2,10
B	Prados sembrados en fondo de valle (14), 1986	50,3	65,5	32,9	2,55
	Prados sembrados en fondo de valle (11), 1987	49,2	64,7	31,8	2,43
	Prados sembrados en ladera (6), 1987	35,0	55,2	19,3	2,11
C	Prados naturales en fondo de valle (3), 1987	43,6	64,1	27,9	2,97
	Prados naturales en fondo de valle (6), 1986	46,6	53,6	25,0	3,06
	Prados naturales en ladera intervenida (5), 1985	47,0	52,6	24,7	3,01
	Prados naturales en ladera de intervención media (16), 1987	42,0	48,2	20,2	3,04
	Prados naturales en ladera de intervención media (6), 1985	51,6	33,9	17,5	3,26
	Prados naturales en ladera con poca intervención (3), 1985	48,8	25,0	12,2	3,47

Niveles de intervención: A, siembras de alfalfa, 3 cortes/año

B, siembra con una mezcla de gramíneas y leguminosas, 2 cortes/año

C, sin sembrar, 1 corte/año

1, Producción

2, Calidad complex

3, Producción x calidad

4, Diversidad

(Chocarro et al, 1989)

Tabla 4

Características de la producción forrajera del primer corte de prados de siega en tres años de muestreo y para distintos grados de intervención . Los muestreos se hicieron para condiciones de ladera (1985), de fondo de valle (1986) e intermedias (1987) .

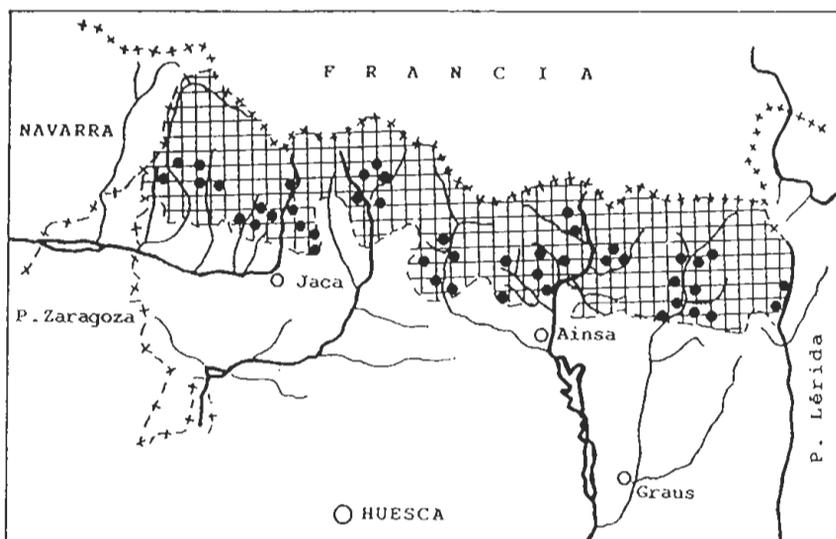
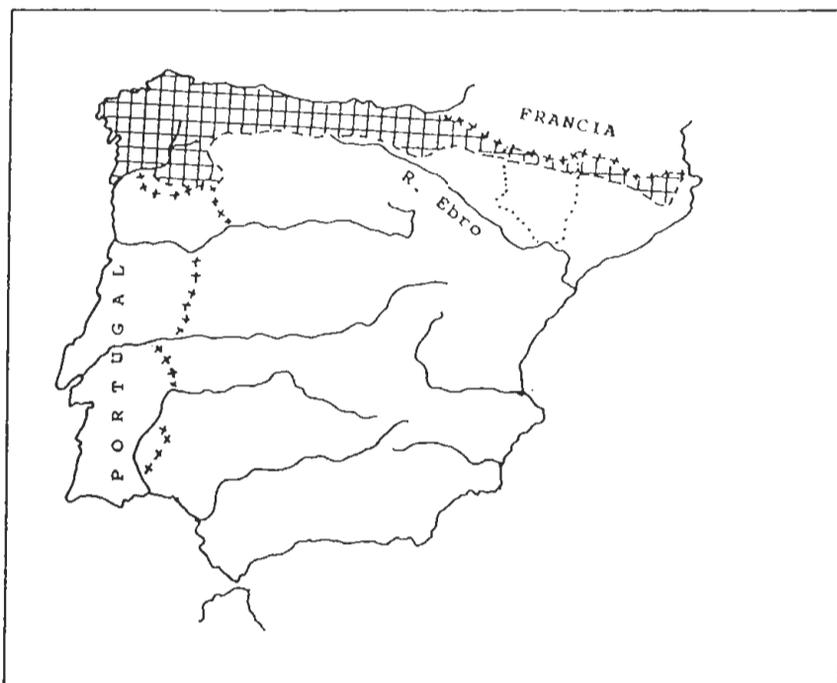
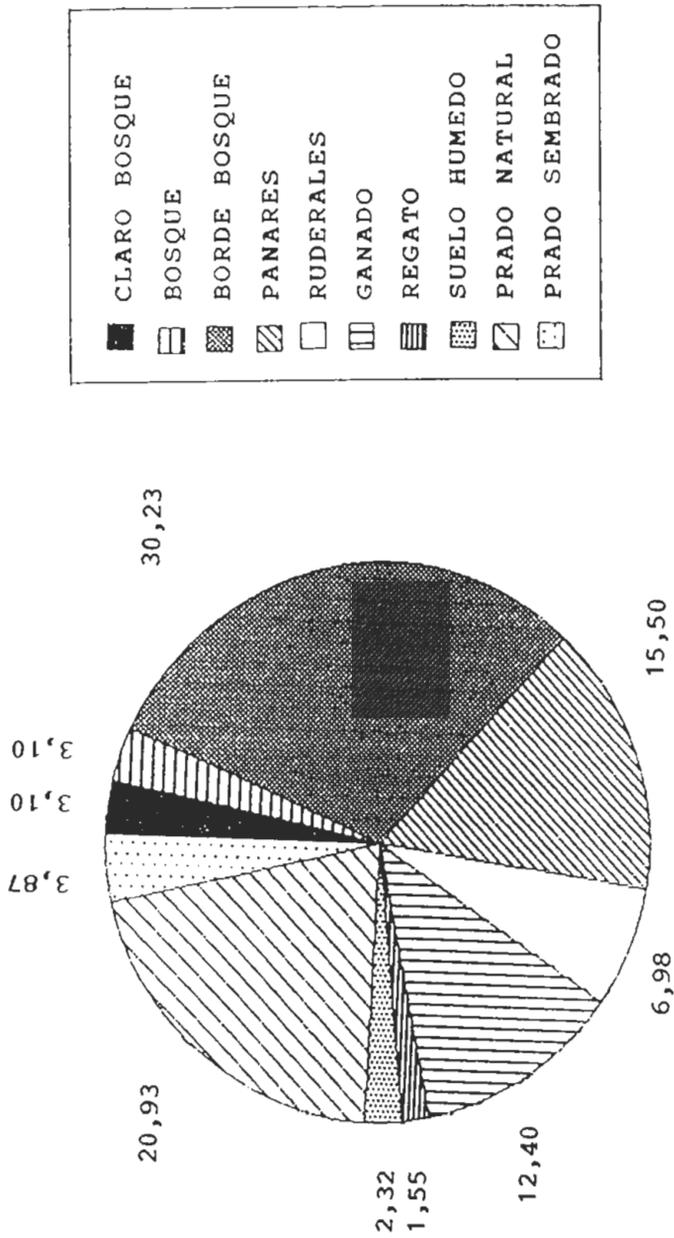
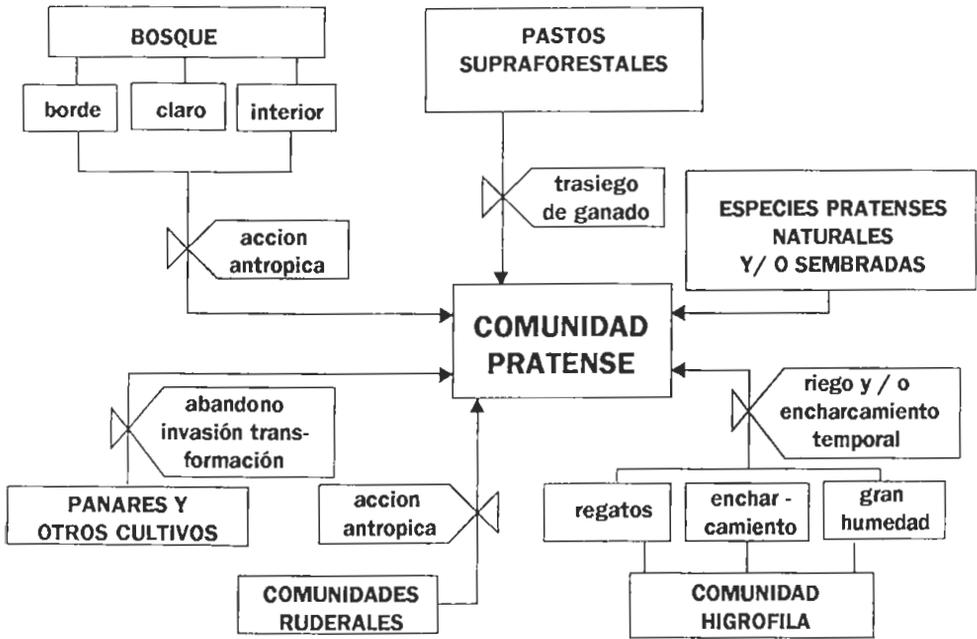


Fig. 1: Zona de estudio de prados de la provincia de Huesca. En la parte superior, zona de prados en España con el límite sur marcado por las isoyetas anuales de 900-1000 mm. La provincia de Huesca se resalta en puntos. En la parte inferior se da un detalle de la zona de prados de las tres comarcas de montaña de la provincia de Huesca. Jacetania, capital Jaca, Sobrarbe, capital Ainsa y Ribagorza, capital Graus.



(Chocarro et al., 1990c)

Fig. 2: Origen de las especies presentes en los prados muestreados. Reparto, en tanto por ciento, de las diez categorías de ambientes o formas de gestión que proporcionan especies a los prados



(Chocarro et al, 1990c)

Fig. 3: Vías de llegada a las comunidades pratenses de taxones procedentes de otras comunidades.

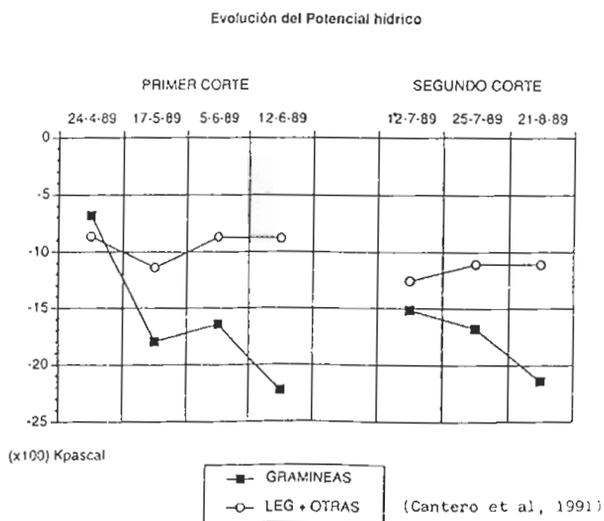
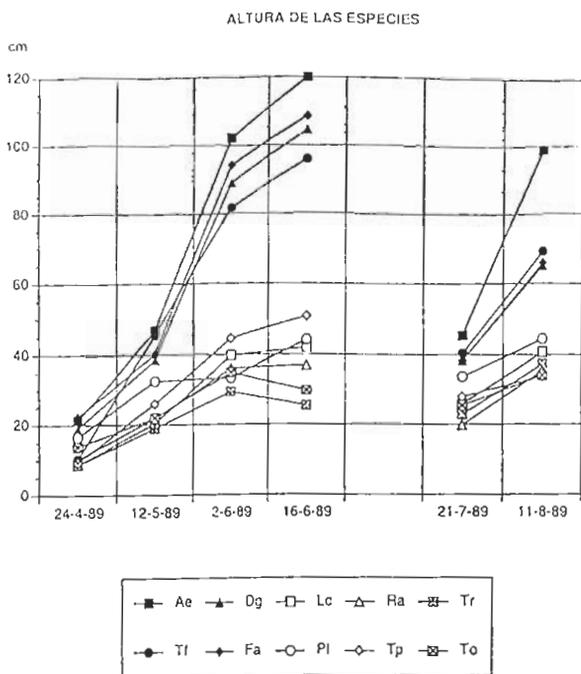


Fig. 4: Evolución de las alturas y potencial hídrico en especies gramíneas (en negro) y leg + otras (en blanco). Gramíneas: Ae, *Arrhenaterum elatius*; Dg, *Dactylis glomerata*; Tf, *Trisetum flavescens*; Fa, *Festuca arundinacea*. Leguminosas + otras familias: Lc, *Lotus corniculatu*; Tp, *Trifolium pratense*; Tr, *Trifolium repens*; Pl, *Plantago lanceolata*; Ra, *Ranunculus acris*; To, *Taraxacum officinale*.

TIPIFICACION, CARTOGRAFIA Y PRODUCCION DE LOS PASTOS SUPRAFORESTALES EN EL PIRINEO OCCIDENTAL ESPAÑOL: OBJETIVOS Y METODOS

D. Gómez y J.L. Remón (*)
Instituto Pirenaico de Ecología
Apdo 64. 22700 JACA (Huesca)

RESUMEN

El estudio de los pastos subalpinos desde el punto de vista de su utilización por los herbívoros presenta numerosas dificultades derivadas de la compleja topografía y microtopografía que a su vez queda reflejada en la existencia de un alto número de especies y comunidades vegetales. El estudio de los distintos tipos de vegetación y de su distribución espacial constituye una buena medida de la heterogeneidad ambiental y es imprescindible para conocer la capacidad de carga de los pastos y la incidencia de los herbívoros sobre el paisaje.

En este artículo se explican los objetivos generales y detallados, la metodología utilizada y algunos resultados obtenidos en el estudio de los pastos supraforestales del Valle de Aisa, en el Pirineo Occidental.

SUMMARY

The study of subalpine pasturelands shows numerous problems due to topographical and microtopographical complexity which, in turn, is reflected by a great number of species and plant communities. The study of the different plant communities and their spatial distribution is a useful tool for the measure of environmental heterogeneity and allow us to understand the effect of herbivores on the landscape and the carrying capacity of the pastures.

In this paper, general and detailed aims, methodologies and some results obtained in the study of supraforestal pastures of Aisa valley in the Western Pyrenees are explained.

Palabras clave: Interacción pasto-herbívoro, pastos supraforestales, metodología.

Keywords: Pasture-herbivore interactions, supraforestal pasturelands, methodology.

INTRODUCCION

La explotación ganadera en las zonas de montaña se basa en la utilización por los rebaños de los pastos supraforestales ("puertos") durante los meses de verano. Consecuencia de esta utilización ha sido la deforestación de amplias zonas del piso subalpino (a veces también del montano) y su sustitución por comunidades herbáceas mantenidas mediante el uso del fuego y la propia acción de los herbívoros. La presión del ganado ha sufrido grandes variaciones a lo largo del tiempo, alcanzando su máximo nivel durante la primera mitad de este siglo. El paisaje de montaña actual es, en gran medida, reflejo de la acción secular de los herbívoros (domésticos y salvajes) y la dinámica y la sucesión vegetal quedan condicionadas por la evolución de este tipo de explotación.

En este marco, los objetivos que perseguimos al estudiar la interacción pasto-herbívoro en los Pirineos, están relacionados con las siguientes preguntas: ¿Cuales son las especies y comunidades vegetales favorecidas y perjudicadas por el herbivorismo?; ¿Qué tipo de estrategias defensivas, reproductivas, formas biológicas y desarrollos fenológicos en las plantas responden a adaptaciones a los herbívoros?; ¿Cómo afecta el pastoreo a la estructura de las comunidades vegetales (fisonomía, riqueza de especies y diversidad, biomasa, producción) y a su dinámica?; ¿Hasta qué punto el paisaje actual de la montaña es consecuencia de la acción de los herbívoros?; ¿Cómo cuantificar y separar la incidencia de los factores abióticos de la acción de los herbívoros y del hombre?; ¿Cómo influye la acción de los herbívoros en la heterogeneidad del paisaje de montaña y en su dinámica?; ¿Cuales serían las consecuencias sobre el paisaje vegetal de la disminución o desaparición de la presión ganadera o del cambio en el tipo de gestión?.

Durante los tres últimos años y dentro del equipo de investigación "Interacción pasto-herbívoro en Pirineos y Montes Cantábricos", hemos puesto a punto una serie de técnicas para el estudio de los puertos pirenaicos con el fin de contribuir al conocimiento de las pautas alimentarias de los herbívoros y detectar los principales cambios que, como consecuencia, suceden en la vegetación. Explicamos en este artículo los objetivos puntuales de nuestro trabajo y la metodología utilizada y presentamos algunos resultados a modo de ejemplo.

AREA DE ESTUDIO

Los estudios se han realizado en la cabecera del río Estarrún, Valle de Aisa (Huesca), en el Pirineo occidental. Los pastos supraforestales ocupan un área de 1300 hectáreas y se distribuyen entre los 1600 y 2650 m de altitud. La orientación general es al Sur. Los sustratos predominantes corresponden a calizas del Eoce-

no y areniscas del Maestrichiense que dan lugar a suelos con pH entre 4.5 y 6.5. Gran parte de la superficie está ocupada por suelos pedregosos de escasa profundidad, predominantes por encima de los 2000 m de altitud y situados en laderas con pronunciadas pendientes de hasta 40°.

Respecto al clima, las bajas temperaturas invernales y el recubrimiento de nieve reducen el periodo vegetativo a menos de cuatro meses en las zonas situadas a 2000 m y a poco más de 50 días en las partes más altas (Del Barrio et al, 1990). La temperatura media anual oscila entre 6,4 °C a 1600 y 0,8 a 2600 y las precipitaciones anuales varían entre 1400 y 2200 l.

El número de especies vegetales del área de estudio es de alrededor de 510, pero por encima de los 2000 m disminuye a menos de la mitad. Las plantas más abundantes en los pastos son las gramíneas y leguminosas, con predominio de taxones eurosiberianos y formas biológicas del tipo hemicriptófitos cespitosos (Gómez et al, 1993). Se han reconocido y cartografiado en el territorio un total de 20 asociaciones vegetales integradas en 15 alianzas fitosociológicas (Remón y Gómez, 1989).

Este territorio es pastado por 2000 ovejas, 300 vacas y 300 rebecos (*Rupicapra rupicapra*) que ocupan las zonas más elevadas durante el periodo estival (García González et al, 1990a).

OBJETIVOS CONCRETOS Y METODOLOGIA UTILIZADA

Cuando se trata de interpretar la influencia de los herbívoros sobre el paisaje, o bien cuando se pretende evaluar la “carga ganadera” que puede sustentar un determinado territorio, nos encontramos con un primer problema consistente en el análisis de la cubierta vegetal. El estudio de los pastos supraforestales utilizados por el ganado en los Pirineos resulta complejo debido a la gran superficie utilizada, al elevado número de comunidades vegetales y plantas que reflejan la heterogeneidad ambiental (Tosca et al, 1978) y a la interacción de diversos factores (abióticos, respuestas a gradientes ambientales, relaciones competitivas, perturbaciones de distinto origen, la propia acción de los herbívoros) en la configuración de la vegetación.

Los objetivos concretos de nuestro trabajo se sitúan en tres niveles o escalas (Figura 1):

-Nivel de paisaje:

* Tipificación de las diferentes comunidades vegetales del área de estudio de acuerdo con las características ambientales (pendiente, orientación, tipo de sustrato, profundidad del suelo, duración del periodo vegetativo) y de la propia vegetación (cobertura vegetal, composición florística, formas biológicas preponderantes, especies dominantes). Si existen estudios previos de vegetación, pueden utilizarse las unidades fitosociológicas basadas en la presencia de especies características (Braun-Blanquet, 1979), o bien las “facies” o “ecofacies” determinadas por las especies más abundantes (Tosca, 1975). Si los conocimientos de la flora son escasos, más sencillas de utilizar, aunque menos precisas, son las unidades basadas en la fisonomía de la comunidad vegetal o en su recubrimiento.

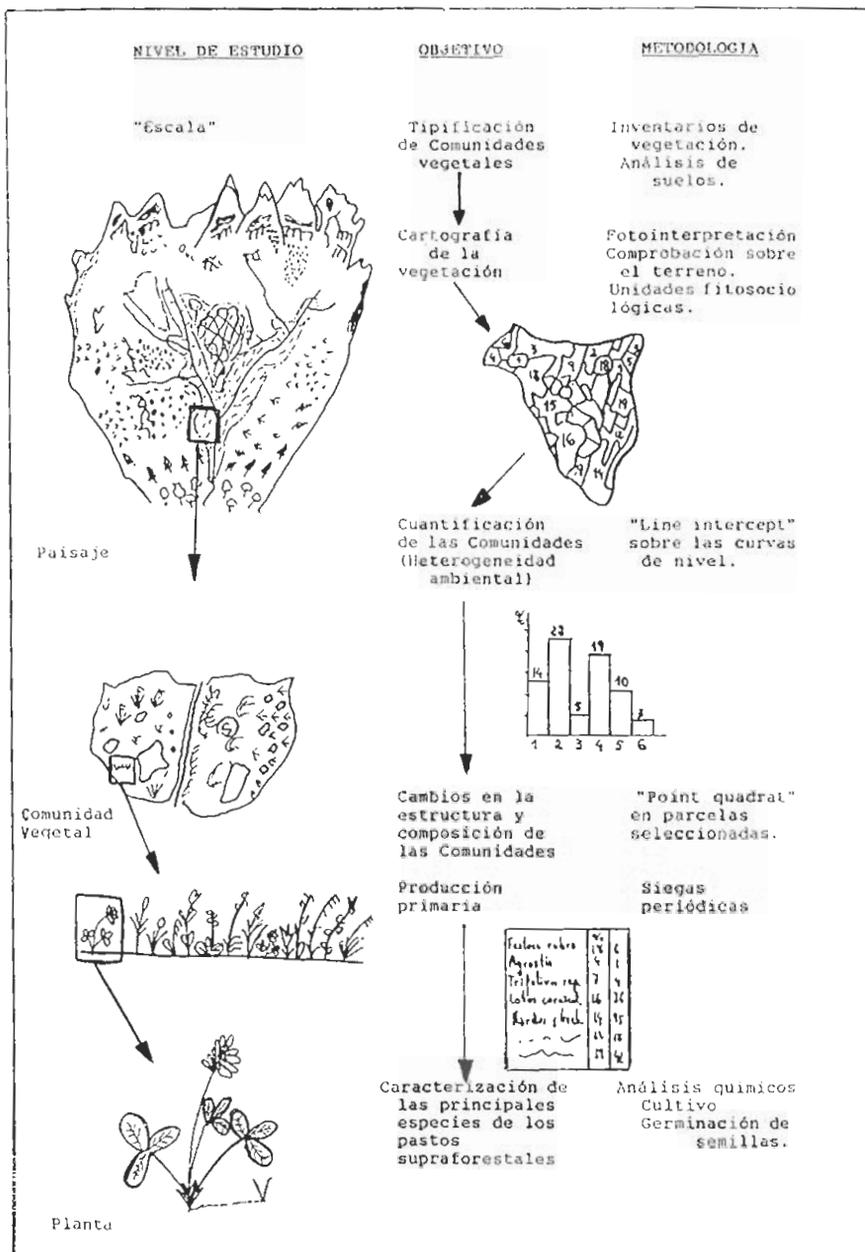


Fig. 1: Escalas, objetivos y métodos considerados en los estudios de interacción pasto-herbívoro en los puertos de verano del Pirineo occidental.

Las comunidades vegetales o tipos de vegetación de una u otra manera definidas, constituyen las unidades del mapa de vegetación que dibujamos con la ayuda de la fotografía aérea y de recorridos sobre el terreno de estudio. La escala que se debe utilizar es otro aspecto a discutir pero resulta poco útil por encima de 1:25000 y deberá ser más precisa cuando se necesiten representar majadas, afloramientos de agua, neveros, o zonas de reparto de sal que ocupan, generalmente, superficies muy reducidas. La Escala 1:10000 permite estudios detallados pero hay que considerar el esfuerzo de realización de la cartografía y tener disponibles bases topográficas adecuadas.

* Cuantificación de la superficie ocupada por las distintas comunidades vegetales mediante el uso de mapas digitalizados y cartografía automática (Aldezabal et al, 1992) o bien con métodos indirectos del tipo "line intercept" (Knapp, 1984) sobre las curvas de nivel proyectadas en el mapa de vegetación. De esta manera, se puede conocer la distribución de las comunidades vegetales en el gradiente altitudinal (Figura 2) y su accesibilidad a los distintos tipos de herbívoros (García González et al 1990b).

* Uso del espacio por los grandes herbívoros (domésticos y salvajes) a partir de un mapa de distribución del ganado (García-González et al 1990a). Mediante la superposición de este mapa sobre el de vegetación se puede evaluar el grado de utilización de cada comunidad vegetal por parte de los grandes herbívoros (Figura 3), comprobar la accesibilidad de las comunidades vegetales y estimar las pautas de selección de habitat en relación con la vegetación. (García-González et al 1990b).

- **Nivel de comunidad** (se estudia en parcelas representativas de las distintas unidades de vegetación).

* Determinación de los cambios estructurales de las comunidades vegetales en el gradiente altitudinal (variaciones espaciales) y a lo largo del periodo vegetativo (variaciones temporales) (García-González et al 1991) mediante el control de los siguientes parámetros:

- la cobertura vegetal en cada parcela.
- el número de especies.
- la diversidad
- la relación verde/seco (Figura 4a).
- la relación monocotiledóneas/dicotiledóneas (Figura 4b)
- grado de utilización de las especies vegetales (plantas comidas por los herbívoros) (Figura 4c).

Estos parámetros han sido estudiados en parcelas de 4 Ha seleccionadas en las zonas más frecuentadas por el ganado y en los tipos de vegetación más abundantes. En cada una de las parcelas y a partir de un punto central se fijaron cuatro transectos perpendiculares sobre los que se muestrearon 2000 puntos. La Figura 5 resume los parámetros considerados en cada punto muestreado. El

muestreo realizado es del tipo inventario linear mediante "point quadrat" (Goodall, 1952 y 1953) y ha sido repetido cuatro veces a lo largo del periodo vegetativo (entre Junio y Octubre) durante los tres últimos años (1989, 1990 y 1991) para conocer los cambios en la vegetación debidos al desarrollo fenológico y por el paso de los herbívoros (Figura 6). Para el manejo y tratamiento de este gran volumen de datos (más de 120.000 fichas) se ha desarrollado una aplicación informática específica en el entorno del DBASE que ponemos a disposición de quienes quieran utilizar esta metodología.

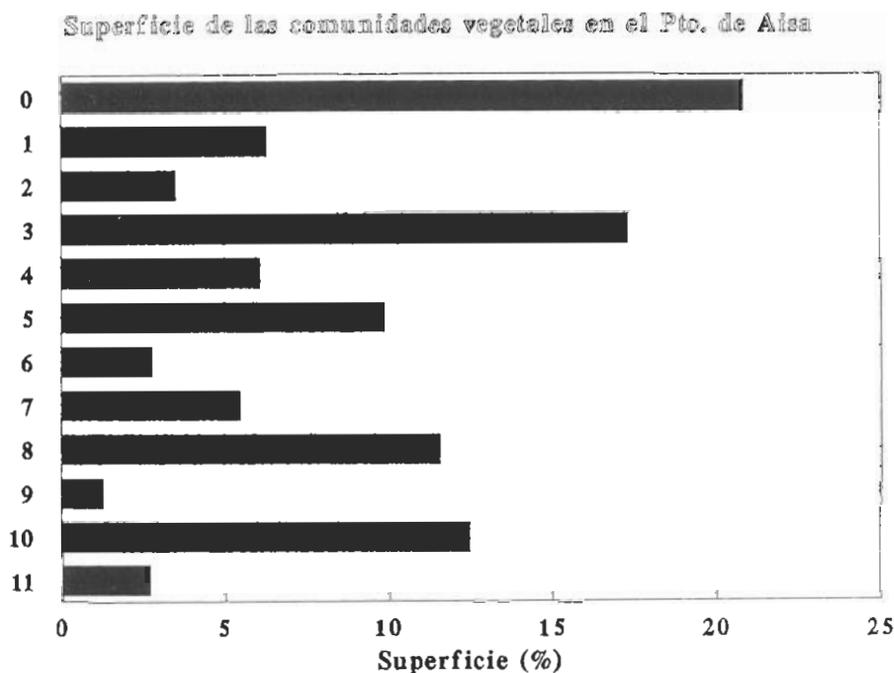


Fig. 2: Porcentaje de la superficie total del Valle de Aisa ocupado por los distintos tipos de pastos (0.- áreas sin vegetación, 1 y 2.-vegetación de cantiles, 3 y 4.- vegetación de gleras, 5.- pastos de **Festuca gautieri**, 6 y 7.-**Primulion intricatae**, 8 y 9.-**Nardion strictae**, 10.-**Mesobromion erecti** y 11.- otros tipos de vegetación.

* Determinación del grado de utilización de las especies en cada parcela mediante el registro de las plantas consumidas y rechazadas por los herbívoros. Se utilizan también los muestreos de "point quadrat" complementados por el análisis de dieta mediante la determinación de restos epidérmicos en las heces de los herbívoros (García-González y Montserrat, 1986).

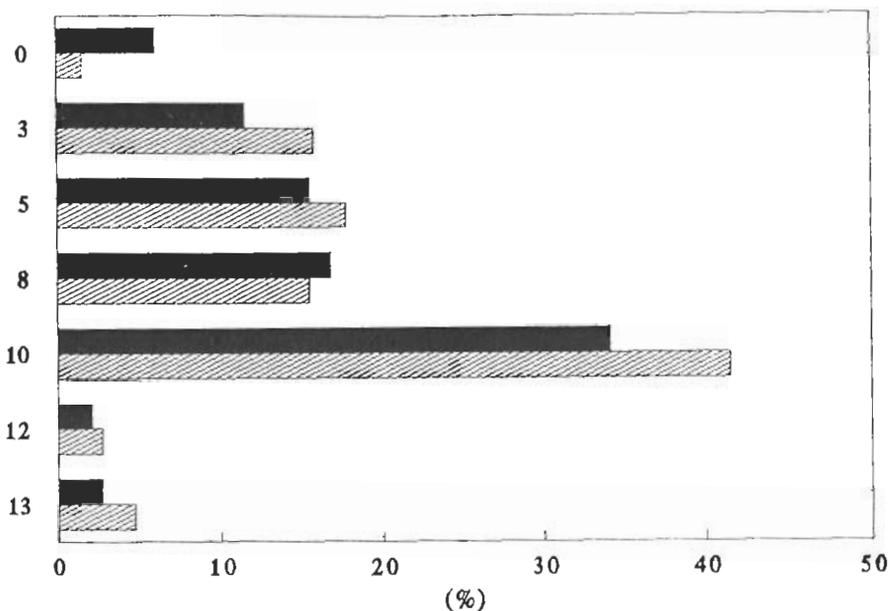


Fig. 3.- Superficie relativa ocupada por distintos tipos de pastos en el Puerto de Aisa (en negro) y tasa de utilización de los mismos por las vacas (en rallado). Los números de las comunidades vegetales son los mismos que en la Figura 2 (se añaden el 12.- majadas y 13.-matorrales de enebro con lastón).

* Estudio de los cambios interanuales en la estructura de las comunidades y de su relación con los factores climáticos y la gestión ganadera.

* Estimación de la biomasa y la producción primaria a lo largo del periodo vegetativo en las distintas unidades de vegetación consideradas y contribución específica de las principales plantas (Christie, 1984).

El método utilizado ha sido la realización de 20 siegas en cuadrados de 15 cm de lado y 4 en cuadrados de 0.5 m de lado durante cada uno de los meses entre Junio y Octubre en las distintas parcelas estudiadas y coincidiendo con los transectos de los inventarios lineares. En estas muestras se estudia la evolución de la relación materia verde-materia seca y la contribución en peso de los grupos botánicos y de las especies más importantes mediante la separación manual y el pesado de las muestras una vez secas. El resto de las muestras se utilizarán para calcular el índice de área foliar y para analizar su composición química, digestibilidad y otros parámetros que permitan jerarquizar la calidad de los distintos tipos de pastos (valor pastoral de la comunidad) y la variación de esa calidad a lo largo del periodo vegetativo y de la altitud.

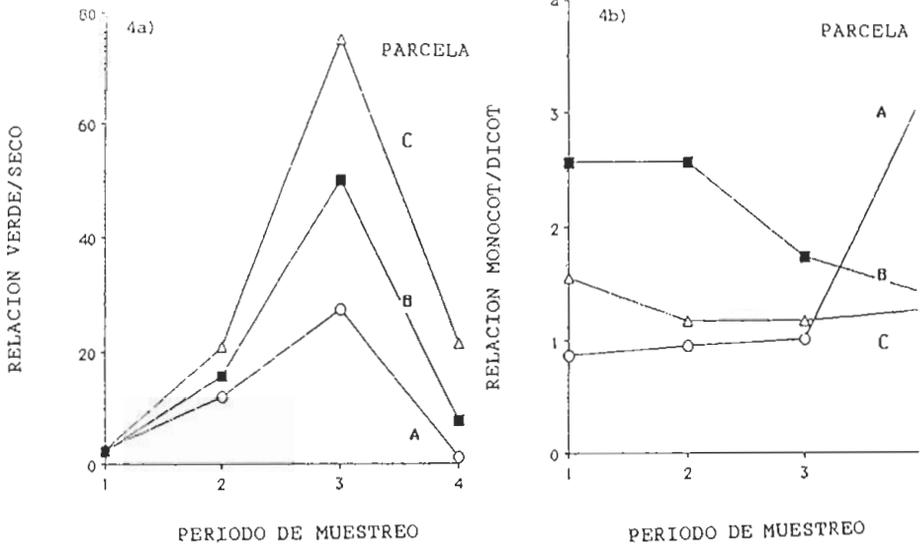
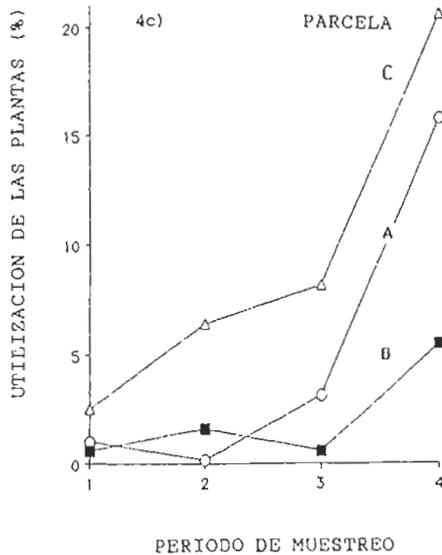


Fig. 4.-Cambios en la relación materia verde/materia seca (arriba a la izquierda); en la relación monocotiledóneas/ dicotiledóneas (arriba a la derecha) y grado de utilización por los herbívoros de tres comunidades vegetales durante el verano. (A) *Festucion eskiae*; (B) *Festucion gautieri* y (C) *Primulion intricatae*.



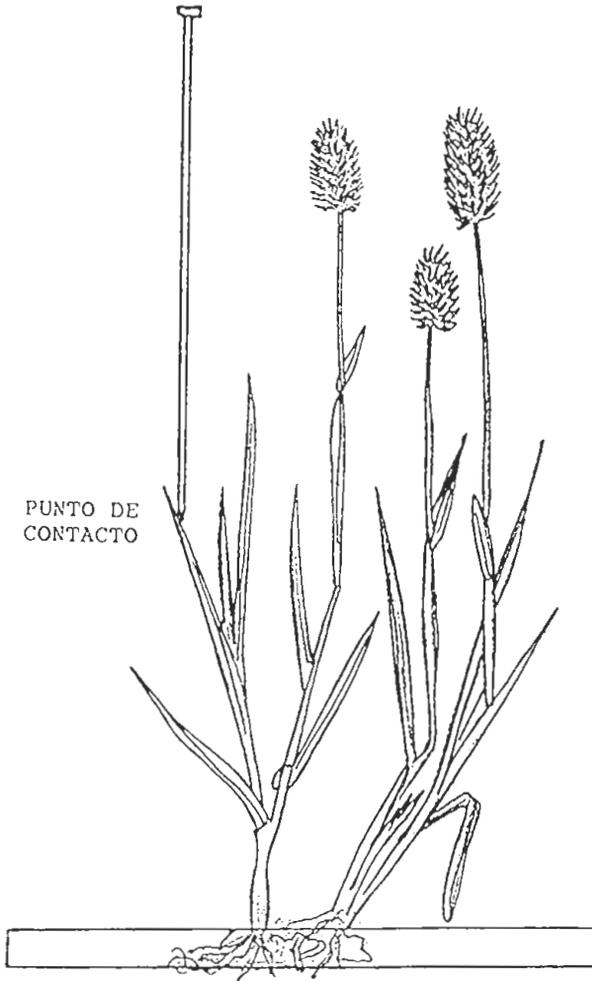


Fig. 5: Método de muestreo de la vegetación mediante inventarios lineales con "point quadrat" y parámetros anotados en cada punto contactado.

nes a los factores ambientales predominantes, especialmente de las estrategias frente a los herbívoros (forma biológica, tipos de reproducción, defensas físicas, presencia de metabolitos secundarios) mediante análisis en laboratorio, cultivos y germinación de semillas. Se pretende establecer un índice de calidad pastoral para las especies más importantes que combine los valores nutricionales con los ecológicos (abundancia, área de distribución, accesibilidad por los herbívoros).

DATOS TOMADOS EN CADA PUNTO DE MUESTREO

- nombre de la especie contactada (o bien suelo desnudo, piedra, nieve, etc.)

- altura de la planta estado vegetativo (verde, seco)

- estado fenológico (rebrotando, en flor, en fruto, etc)

- utilización por los herbívoros (muy comida, comida o rechazada)

- Nivel de especie vegetal:

- * Caracterización de las principales especies de los pastos supraforestales; estudio sistemático y autoecología de las más frecuentes.

- * Estudio del desarrollo fenológico y morfológico de las especies más frecuentes y de sus adaptaciones

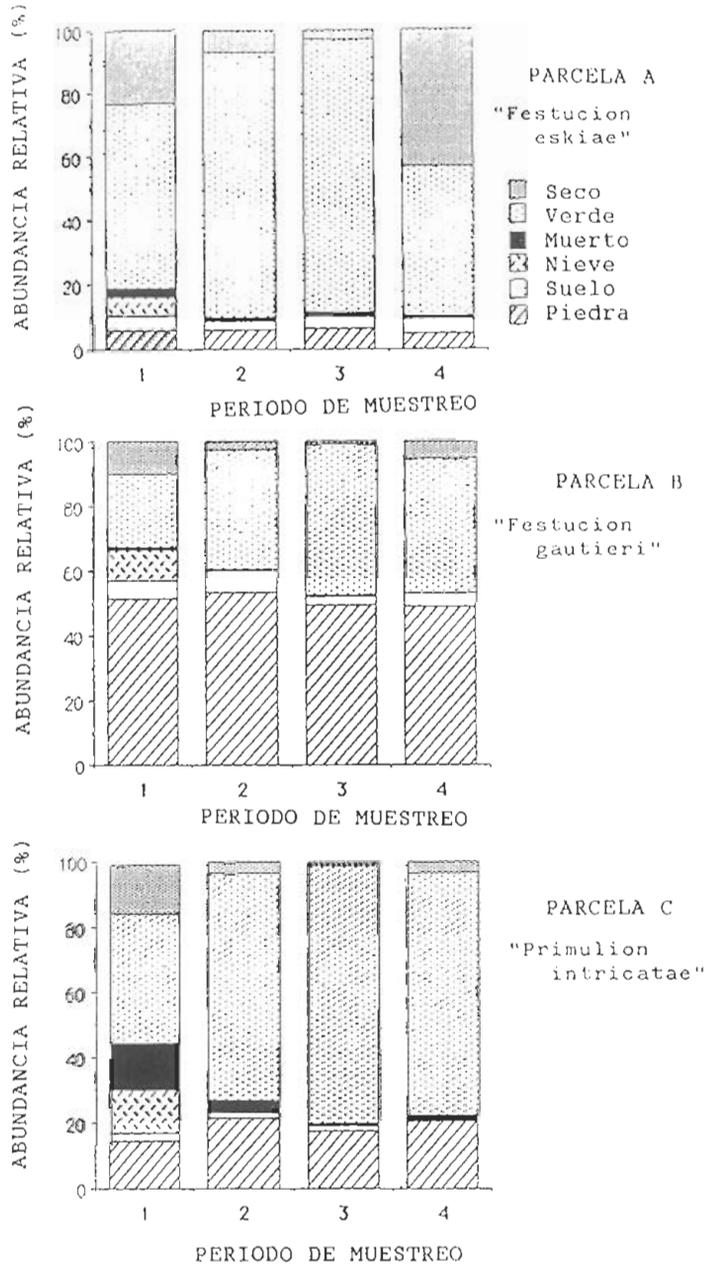


Fig. 6.-Variaciones temporales durante el periodo vegetativo (Junio-Septiembre) de la abundancia relativa de las principales categorías inorgánicas y de plantas en tres parcelas muestreadas en el Puerto de Aisa.

Com. Vegetal	Altitud (m)	Pendiente (%)	Cobertura vegetal(%)	Número especies	Biomasa (g/m ²)
Mesobromion erecti	1600-2000	0-20	80-100	40	400
Mesobromion-Nardion	1600-2000	0-20	80-100	29	400
Nardion strictae	1700-2300	0-20	90-100	30	385
Nardion str. de altura	2200-2600	0-10	90-100	25	250
Festucion eskiae	2000-2400	20-40	75-100	18	400-600
Primulion intricatae	2000-2500	0-20	90-100	25	320
Festucion gautierii	1600-2400	20-40	5-20	23	50-80
Iberidion spathulatae	1600-2600	0-35	1-10	10	25

Fig. 7.- Algunos parámetros físicos y bióticos de las principales comunidades vegetales del Valle de Aisa.

RESUMEN FINAL

El uso de mapas de vegetación a escalas detalladas es una herramienta de gran utilidad en el estudio de los pastos y permite cuantificar la superficie ocupada por las distintas comunidades vegetales, su relación con factores como la altitud, orientación, pendiente y profundidad del suelo y la accesibilidad de los herbívoros a los distintos tipos de vegetación.

La superposición de los mapas de vegetación y de distribución del ganado sirve para poner de manifiesto el grado de utilización de las comunidades vegetales por parte del ganado, las posibles pautas de selección espacial y las áreas sometidas a una mayor presión de los herbívoros. La información resultante de esta superposición (junto con los valores de biomasa, producción primaria y consumo) es también útil para calcular la capacidad de carga de los puertos y para diseñar modelos de gestión en áreas protegidas por su interés natural.

La descripción de la estructura de las comunidades vegetales de montaña y de los cambios que en ella se producen como resultado del desarrollo vegetativo y del paso de los herbívoros, requiere el uso de metodologías precisas con numerosos puntos de muestreo.

La heterogeneidad del ambiente traducida por la complejidad de la vegetación hace necesario la recolección de numerosas muestras vegetales a la hora de

calcular parámetros como biomasa o producción primaria que pueden presentar valores muy distintos en puntos próximos incluso dentro de una misma comunidad vegetal.

La observación directa de la vegetación con muestreos del tipo "point quadrat" da una buena idea de las plantas elegidas por el ganado y permite una aproximación a la dieta de los herbívoros cuando el uso de animales fistulados o la aplicación de otras técnicas se hace difícil. Esta metodología permite valorar la oferta vegetal en las diferentes fases del periodo vegetativo y da información sobre la capacidad y posibilidades de selección por parte del ganado.

BIBLIOGRAFIA

ALDEZABAL, A., BAS, J., FILLAT, F., GARCIA-GONZALEZ, R., GOMEZ, D. Y SANZ, J.L.-1992.-Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Informe final. Convenio ICONA-CSIC. Huesca-Jaca:148 pp y 12 mapas.

BRAUN-BLANQUET, J.-1979.-*Fitosociología* 820 pp. H.Blume Ediciones. Madrid.

DEL BARRIO, G., CREUS, J. Y PUIGDEFABREGAS, J.-1990.-Thermal seasonality of the high mountain belts of the Pyrenees. *Mountain Research and Development* 10 (3):227-233.

CHRISTIE, E.K.-1984.-Natural Grasslands. In *Control of Crop Productivity* Edited by C.J. Pearson. Academic Press. Cap. 13.

GARCIA-GONZALEZ, R. Y MONTSERRAT, P.-1986.-Determinación de la dieta de ungulados estivantes en pastos supraforestales del Pirineo Occidental. Actas XXVI Reunión Científica SEEP,1:119-134. Consej. Agric. Pesca. Oviedo.

GARCIA-GONZALEZ, R., HIDALGO, R. Y MONTSERRAT, C.-1990.Patterns of time and space use by livestock in the Pyrenean summer ranges: a case study in the Aragon valley. *Mountain Research and Development* 10 (3):241-255.

GARCIA-GONZALEZ, R., GOMEZ, D. Y REMON, J.L.-1990.- Application of vegetation maps to the study of grazing utilization. A case in the western Pyrenees. *Phytocenology* (in press).

GARCIA-GONZALEZ, R, GOMEZ, D. Y REMON, J.L.-1991.- Structural changes in supraforestal pastures due to current annual growth and grazing in the western Pyrenees (Spain). IV *Internacional Rangeland Congress*. CIHEAM. Montpellier.

GOMEZ, D., CASTRO, P. Y REMON, J.L. Floristic and species richness variations along an altitudinal gradient in the Spanish Western Pyrenees. *Mountain Research and Development* (submitted).

GOODALL, D.W.-1952.-Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. *Australian Journal of Scientific Research* 5:1-41.

GOODALL, D.W.-1953.-Point quadrat methods for the analysis of vegetation. *Australian Journal of Botany* 1:457-461.

KNAPP, R.-1984.- Sample areas (distribution, homogeneity, size, shape) and plot-less sampling. *Sampling methods and taxon analysis in vegetation science:101-119*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.

REMON, J.L. Y GOMEZ, D.- 1989- Comunidades vegetales del puerto de Aisa y su distribución altitudinal. *Acta Biologica montana*, IX:283-290.

TOSCA, C.- 1975.- Les pelouses subalpines des Pyrénées centrales. Leur valeur pastorale. *Fourrages* 61: 45-47.

TOSCA, C. LABROUE, L Y CARLES, J.- 1978.- Homogénéité floristique, hétérogénéité structurale et dynamique stationnelle dans les groupements végétaux du Pic du Midi de Bigorre. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 125:89-100.

FLORA BETICA: SU INTERES COMO FUENTE DE RECURSOS GANADEROS

C. Morales Torres
Dpto. de Biología Vegetal. Univ. Granada

INTRODUCCION.

Grandes áreas del planeta con clima semiárido y árido se encuentran afectadas por procesos de desertificación a causa del mal uso de los recursos naturales. La Región Mediterránea no escapa a tales procesos que llegan a ser patentes en algunos puntos de la Península Ibérica, entre los que se encuentra la región Bética. En las últimas décadas existe una gran preocupación por frenarlos, siendo los países desarrollados los principales interesados en llevar a cabo planes de actuación en ayuda de otros más desfavorecidos lo que queda reflejado en conferencias y reuniones internacionales donde se aborda la problemática de diversas regiones áridas y semiáridas del mundo. (WICKENS & al.1984), (GOODIN, J.R. & NORTHINGTON 1985).

Una de las principales medidas propuestas es el manejo adecuado de los recursos potenciales, dándose cada vez más valor a muchas plantas silvestres adaptadas a vivir en esas condiciones; en efecto, la Flora de estas regiones nos ofrece una gran riqueza en recursos vegetales, muchos no conocidos, que pueden resultar útiles por diversos motivos: producción de alimentos, forrajes, fibras, aceites esenciales, principios químicos diversos etc.

El conocimiento de la Flora y Vegetación natural permitirá un mayor aprovechamiento de la misma, siendo necesario como punto de partida para la valoración de los recursos agro-silvopastorales. Una base botánica constituirá una excelente herramienta de trabajo para investigaciones posteriores en el campo de la genética, oferta forrajera, nutrición animal, capacidad sustentadora etc. con posibilidad de potenciar aquellas especies más útiles. Así mismo, hará posible la difícil tarea de armonizar la conservación y regeneración de los ecosistemas naturales con el uso racional de la tierra.

Importancia de la Flora Bética.-

La Región Mediterránea y en especial el Mediterráneo occidental, han estado sometidos a grandes alteraciones de clima y vegetación unidos a oscilaciones, a veces muy grandes, de las masas continentales (LOPEZ GONZALEZ 1982).

En el Mioceno medio, hace unos 15 millones de años, el clima mediterráneo era más cálido y húmedo que el actual, y al parecer ya existía un período de sequía estival. Los bosques que lo rodeaban eran de tipo subtropical. Pero hacia finales del Mioceno y en especial durante el Messiniense, hace unos 6'5-5 millones de años, hubo un cambio importante en el Mediterráneo occidental, que condujo a una progresiva aridez del clima. Durante el Plioceno, se acentuó más la tendencia a la aridez, y esto favoreció el desarrollo de especies y razas particularmente adaptadas a un período de sequía prolongado.

Posteriormente en el Cuaternario (Pleistoceno) con las glaciaciones la vegetación tiene que sufrir una gran prueba que empobrece la Flora de la mayor parte de Europa. La Península Ibérica solo se vio afectada parcialmente, conservando sobre todo en el sur una gran riqueza florística procedente del terciario. Por otra parte, su situación geográfica le permitió ser vía de paso entre Africa y Europa, por lo que se enriqueció, según cambiaba el clima, con la llegada de elementos de todo tipo, entre los que cabe destacar los esteparios, termófilos y xerófilos (LOPEZ GONZALEZ 1982).

Estas razones biohistóricas han influido en la riqueza y diversidad de la Flora Bética actual, pero a ello hay que añadir otra serie de factores de tipo geográfico, orográfico, geológico, climatológico etc., también responsables de dicha diversidad. Así, la presencia de una acusada orografía, junto a la complejidad geológica de las montañas Béticas y la aparición en las mismas de distintos microclimas y pisos bioclimáticos han permitido la presencia de condiciones ecológicas muy distintas y con ello la posibilidad de desarrollo de diversos ecosistemas que albergan a una gran cantidad de especies muy interesantes por su singularidad y donde la tasa de endemismos es muy elevada.

Rasgos del clima en zonas de ambiente mediterráneo semiárido y de montaña mediterránea.

Las áreas de ambiente mediterráneo se caracterizan por la escasez de precipitaciones y la presencia de un largo período seco que puede alcanzar 5 o 6 meses, coincidiendo con la época de mayor evapotranspiración. En la cuenca mediterránea, además, hay que tener en cuenta la irregularidad de las precipitaciones, el carácter torrencial de las mismas y la irregularidad interanual, lo que impone unas características propias.

Ante estas condiciones, la cantidad de agua disponible por las plantas es muy escasa, por lo que éstas han de aprovecharla de forma eficiente. Para ello, desarrollan distintas estrategias de supervivencia, que consiguen adoptando el biotipo que les permita aprovechar al máximo el agua caída en los cortos períodos

de lluvia, o mediante adaptaciones ecofisiológicas y morfológicas encaminadas a reducir la pérdida de agua.

En las montañas béticas, a la sequía estival (menos acusada), hay que añadir el efecto de las bajas temperaturas existentes durante gran parte del año y en consecuencia el acortamiento del período vegetativo, que puede reducirse hasta dos y tres meses. Por esta razón sólo son capaces de adaptarse un número reducido de especies, tratándose de una Flora altamente especializada, no solo genéticamente, sino dotada de unas características morfológicas que le ayudan a soportar tanto el frío como la falta de agua disponible.

A pesar de que la temperatura afecta al aspecto de las plantas, los efectos pueden ser indirectos y no siempre aparentes de forma inmediata. Por contraste, la adaptación a condiciones de falta de agua encuentran una clara expresión morfológica, que se traduce en el biotipo de la misma. En general adoptan formas rastreras, para aprovechar al máximo el calor y la humedad del suelo.

Adaptaciones de los vegetales

Como adaptación a un período de sequía más o menos prolongado, los vegetales presentan una elevada presión osmótica, 15-25 atmósferas en frondosas atlánticas frente 30-50 atmósferas en encina u olivo, (MONTROYA OLIVER, J.M. 1983), pero sobre todo modifican sus procesos fisiológicos y el aspecto externo para evitar al máximo la pérdida de agua por evaporación, convirtiéndose en xerófitos.

El aparato radical adquiere un gran desarrollo respecto a la parte aérea y trata de aprovechar la mayor parte posible del agua caída en las escasas lluvias. Con frecuencia son superficiales (Cistáceas o Gramíneas), mientras que muchos árboles o arbustos, bajo estas condiciones producen raíces gruesas y profundas para conseguir agua.

Los tallos suelen estar fuertemente lignificados y poseen gruesas cortezas aislantes; en casos puntuales almacenan agua en sus tejidos, siendo raro entre las especies de nuestra Flora. Merece destacarse, sin embargo, el caso de *Opuntia ficus-indica* "chumbera", introducida de América y cultivada de antiguo con fines ganaderos.

Pero las adaptaciones se manifiestan sobre todo en las hojas que, tienden a reducir su tamaño, presentan estomas hundidos, se cubren de indumento o borra, o bien, secretan ceras y aceites, llegando incluso a faltar. Todos ellos son mecanismos muy eficientes para evitar la evaporación.

A pesar de esto, los xerófitos pueden presentar aspecto quemado y reseco durante la estación seca, que puede prolongarse durante años consecutivos, para reverdecer con nuevos brotes cuando llegan las lluvias. Durante los años benignos son capaces de producir gran cantidad de semillas y de multiplicarse vegetativamente, regenerándose con sorprendente facilidad.

Biotipos mejor representados

Hay especies que acortan su ciclo biológico, haciéndolo coincidir con el período de lluvias, son los denominados terófitos y geófitos, que presentan escasa biomasa y con frecuencia son fugaces por lo que no tienen demasiado interés como posibles forrajeras.

Los geófitos poseen las yemas perdurantes protegidas bajo la superficie del suelo en órganos subterráneos (rizomas, tubérculos o bulbos). Los terófitos o plantas anuales, atraviesan el período adverso al estado de semillas dotadas de gran resistencia, siendo muy frecuentes en regiones de clima seco y semiárido. El resto de vegetales, para soportar el período seco sin marchitarse sufren una serie de adaptaciones convirtiéndose en xerófitos.

Los fanerófitos y nanofanerófitos (árboles y arbustos), son poco frecuentes en regiones de ambiente mediterráneo semiárido ya que la escasez de precipitaciones puede llegar a ser limitante para el desarrollo de formaciones boscosas densas. En áreas de montaña, donde sí pueden desarrollarse, son esclerófilos, de hoja siempre-verde y resistente a la desecación, constituyendo en general formaciones abiertas.

En el caso que nos ocupa, son muy importantes como componentes de la vegetación, y por lo tanto como fuente de recursos, los caméfitos o matas, que mantienen las yemas próximas al nivel del suelo (10-50 cm.). En condiciones de aridez presentan crecimiento exiguo y una xeromorfía acusada. Constituyen comunidades más o menos abiertas, que en estados de degradación avanzada, dejan al descubierto espacios desnudos donde aflora el substrato e incluso la roca madre.

También son muy importantes en los pastos, los hemicriptófitos o hierbas vivaces, con yemas perdurantes a ras del suelo. Merecen destacarse las plantas cespitosas (muchas gramíneas), las que producen una roseta basal de hojas aplicada al suelo (muchas compuestas y especies del género *Plantago*), o bien las que sitúan sus yemas en la base del tallo folioso muerto, así como las hierbas provistas de estolones epígeos.

Principales grupos botánicos en la Flora de Andalucía oriental, su posible interés como fuente de recursos ganaderos

En la Flora Bética y del Sureste Ibérico, existe un claro predominio de los elementos mediterráneos y mediterráneooccidentales, si bien, son frecuentes las plantas de distribución ibero-norteafricana e irano-turánica y cobra especial interés el elevado número de elementos endémicos. Determinadas familias botánicas se encuentran excelentemente representadas, mostrando además, una gran diversificación por lo que cuentan con numerosos géneros y especies. Entre ellas, cabe destacar a las Leguminosas, Gramíneas, Cistáceas, Labiadas, Compuestas, Cariofiláceas, Crucíferas etc., de las que algunas especies son principales componentes de matorrales y pastizales.

Algunas especies entre las Fagáceas, Leguminosas, Gramíneas, Cistáceas o Labiadas, por su carácter gregario dominan y dan fisonomía a las comunidades en las que se integran, siendo responsables del paisaje vegetal. Así, términos como coscojar, retamar, aulagar, albaidar, tomillar, romeral, cantuesal, jaral, jaguarzal, espartal o albardinal son frecuentes en estas regiones, aludiendo a la especie dominante, casi siempre componente de matorrales, dado el estado actual de deforestación. Sin embargo, dichos matorrales resultan de la mayor importancia porque contribuyen de manera eficaz al desarrollo y mantenimiento de los suelos, evitando los procesos de erosión y por consiguiente de desertificación pero además, constituyen una fuente de recursos naturales con aplicación ganadera, fundamentalmente para ganado caprino, más apto para digerir los tejidos fuertemente lignificados de los xerófitos.

Obviamente serán más útiles como recurso ganadero, aquellas especies que proporcionan una mayor biomasa, por lo que a priori, aquellas que cuentan con un elevado número de individuos por unidad de superficie, tienen potencialmente mayor interés ganadero. Sin embargo, para llegar a conocer el valor forrajero de una determinada especie debe conocerse previamente su apetencia por el ganado, disponibilidad a lo largo del año, fitomasa en pie y valor nutritivo. Por lo tanto se hacen necesarias investigaciones sobre la Flora forrajera autóctona, que permitan llegar a valorar la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un área determinada.

Actualmente se llevan a cabo este tipo de investigaciones en distintos puntos de Andalucía Oriental, elegidos como "áreas piloto", habiéndose obtenido los primeros datos de la experiencia llevada a cabo en la finca de Los Pajares, situada en la Sierra de los Filabres, Almería (SONLOR 1989), (ROBLES 1990), (GARCIA BARROSO 1991).

Algunas especies de interés forrajero

Como recurso forrajero, en zonas semiáridas, ofrecen mayor interés las plantas leñosas: arbustos o matas. Ello se debe principalmente a que proporcionan mayor fitomasa y a que soportan mejor el pastoreo abusivo, además de su capacidad de rebrotar de cepa tras la poda o los incendios. Sobre todo los arbustos constituyen una buena reserva forrajera en períodos de escasez y proporcionan sombra.

En primer lugar, son de destacar una serie de especies, que además de tener valor pastoral para el ganado caprino, interesa propagar, posibilitando con ello la regeneración del bosque mediterráneo profundamente alterado en la actualidad. Esta regeneración solo cabe planificarla a largo plazo y ha de correr paralela a un uso adecuado del territorio, evitando el sobrepastoreo. Entre ellas:

Quercus rotundifolia Lam. "encina" Indiferente edáfica, soporta la continentalidad, por lo que su área se extiende por la mayor parte del sur peninsular, donde asciende a altitudes considerables. En la actualidad persisten masas

importantes de encinar más o menos adhesionado en áreas de montaña, siendo objeto de investigación desde el punto de vista pastoral por el equipo de planificación ganadera del C.S.I.C. de la Estación experimental del Zaidín.

Quercus coccifera L. "coscoja" Indiferente edáfico, se encuentra perfectamente adaptada a estaciones secas y semiáridas, soportando los substratos pedregosos y lugares escarpados donde sustituye a la encina. Arbusto a veces rastrero es apetecido por el ganado y consumido a lo largo del año. Por su rusticidad su regeneración sería aconsejable en dichas condiciones.

Olea europea L. "acebuche" Especie típica de los encinares y coscojares termófilos. En zonas semiáridas, se presenta como arbusto perfectamente adaptado a los períodos secos, soportando temperaturas altas e incluso la escasez de precipitaciones. Es buscado por el ganado y consumido durante todo el año. Su ramón tiene interés pastoral (MONTROYA OLIVER, J.M. 1983) y su fruto puede consumirse en otoño. En la actualidad se presenta de forma dispersa, siendo una de las especies arbustivas cuya regeneración y propagación serían recomendables.

Rhamnus lycioides L. "espino negro" Componente del coscojar es relativamente frecuente en ambientes secos y semiáridos. Arbusto espinoso, es apetecido y consumido por el ganado durante gran parte del año.

Otras especies del coscojar como **Ephedra fragilis** Desf. "efedra" o **Asparagus albus L.** "espárrago blanco" son menos apetecidas y su consumo se reduce a determinadas épocas.

Dado el estado actual de deforestación en que se encuentra Andalucía oriental, cobran especial interés en la fisonomía del paisaje y como fuente de recursos ganaderos, las especies componentes de los matorrales procedentes de la degradación del bosque mediterráneo. Entre ellas, principalmente, las que por ser gregarias dominan y dan carácter a estas comunidades.

Las Leguminosas, fijadoras de nitrógeno atmosférico, están perfectamente adaptadas a estaciones secas y semiáridas donde colonizan suelos pobres y arenosos. Se encuentran representadas por un elevado número de géneros y especies, muchas componentes de los matorrales antes mencionados, de las que un elevado número tienen valor pastoral son buscadas por el ganado y presentan un período de oferta prolongado. Creemos deben ser objeto de investigación preferente y eventual propagación, dada su considerable biomasa forrajera, valor protector frente a la erosión y papel mejorante del suelo. Merecen ser destacadas:

Retama sphaerocarpa L. Boiss. "retama" Indiferente edáfico, resiste la continentalidad, soporta la aridez del clima y se adapta a suelos oligótrofos. Los retamares llegan a ser importantes en determinadas áreas marginales y su manejo podría mejorar considerablemente el estado y mantenimiento de comunidades herbáceas. Es una forrajera aceptable que presenta como ventaja su floración y fructificación en verano, cuando la oferta es menos abundante.

Anthyllis cytisoides L. "albaida" Puede considerarse como una de las leguminosas más interesantes desde el punto de vista forrajero. A su apetencia por el ganado, valor nutritivo aceptable y oferta durante una buena parte del año, hay que añadir su carácter pionero y frugalidad, lo que la hace dominante en

situaciones desfavorables después de la pérdida por acción antrópica de etapas más avanzadas en la sucesión vegetal. Los albardares constituyen matorrales muy aptos para el uso ganadero que habría que potenciar para recubrir grandes superficies desforestadas en zonas de ambiente mediterráneo semiárido.

Otras leguminosas, también frecuentes y posiblemente de interés ganadero son: **Genista umbellata** (L. Her) Poiret "bolina", **Ulex parviflorus** Pourret "aulaga", **Chronanthus biflorus** (Desf.) Frodin & Heywood, **Colutea atlántica** Browicz "espantalobos" etc..

Con similar representación en el área, las gramíneas, son potencialmente buenas forrajeras, destacando aquellas componentes de pastizales vivaces, cuyos renuevos foliares tras los períodos de lluvias, constituyen un pasto excelente. Además se propagan vegetativamente, mediante rizomas o estolones, formando céspedes de considerable biomasa. Entre las más importantes, cabe destacar:

Dactylis glomerata L. "dactilo" "triguera fina", es una hierba vivaz, indiferente edáfica, de la que algunas razas se adaptan perfectamente al xerofitismo. Es apetecida por el ganado y utilizada a lo largo del año. Se recomiendan estudios sobre esta especie, de cara a su mejora genética.

Stipa tenacissima L. "esparto", es la gramínea vivaz más importante en el territorio. No puede considerarse buena forrajera, ya que sólo está disponible un período muy corto del año (menor de tres meses). Sin embargo, debe tenerse en cuenta por su efecto beneficioso en la regeneración de los suelos.

Son muchas las gramíneas vivaces pertenecientes a los géneros **Festuca**, **Stipa**, **Brachypodium**, **Avenula**, **Piptatherum** etc., susceptibles de futuras investigaciones.

Las Labiadas, con un número considerable de especies, son poco consumidas y en su mayoría durante un período corto de tiempo. Tienen cierto interés: **Rosmarinus officinalis** L. "romero" y **Lavandula stoechas** L. subsp. **stoechas** "cantueso", medianamente apetecidas y consumidas durante gran parte del año y **Lavandula multifida** L. "matalasangre" es más buscada por el ganado, teniendo mejores posibilidades como forrajera.

Las Cistáceas contribuyen con un menor número de especies, si bien, algunas del género **Fumana** presentan consumo alto y permanente.

El resto de familias sólo tienen valor forrajero en casos muy concretos.

BIBLIOGRAFIA

GARCIA BARROSO, F (1991)- Estudio sobre el comportamiento alimentario y social de la cabra doméstica en el sureste árido español. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

GOODIN, J.R. & D.K. NORTHINGTON (1985,eds.).- Plants resources of arid and semiarid lands. Academic Press. London.

LOPEZ GONZALEZ, G. (1982). La guía de INCAFO de los árboles y arbustos de la Península Ibérica. Madrid.

MONTOYA OLIVER, J.M. (1983). Pastoralismo mediterráneo, 162 pags. Monografía 25. ICONA. Madrid.

ROBLES CRUZ, A.B. (1990).Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido del Sureste Ibérico. Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada. Granada.

SONLO, R (1989).-Aportes metodológicos para el estudio de hábitos dietarios de caprinos en zonas áridas (proyecto LUCDEME). Master of science en producción animal del C.I.H.E.A.M.. Zaragoza.

WICKENS, G.E., J.R.GOODIN & D.V.FIELD (1984 eds.).Plants for Arid Lands.London.

INTERACCION PASTO-HERVIBORO

PLANIFICACION GANADERA DEL SURESTE IBERICO

J. Boza
Estación Experimental del Zaidín
Profesor Albareda, 1. 18008 Granada

INTRODUCCION

Las zonas áridas son ecosistemas frágiles debido a su extremada climatología, que determina que cualquier cambio brusco en el uso de estos medios, ocasione más o menos pronto, pérdidas de vegetación, suelo, agua, ganado e incluso de personas que se ven obligadas a emigrar como última consecuencia de la desertificación.

Se conoce, desde hace varios milenios, que el área mediterránea fue intensamente explotada, teniendo como consecuencia una temprana degradación del paisaje ecológico. La intervención humana, primariamente, con talas y desbroces para la obtención de madera y de superficies para la implantación de cultivos y pastizales, así como posteriormente, la cosecha de leña con fines domésticos e industriales, los artigueos o cultivos nómadas y el sobrepastoreo en áreas ya degradadas fueron la principal causa de la desertificación del sureste ibérico y consecuentemente, ya en épocas recientes, el abandono de una parte importante de estas superficies, frecuentemente afectadas por incendios, facilitados por la acumulación de pastos secos y de leña, debido al abandono de un pastoralismo integrado en este ambiente y por el escaso interés por la leña o carbón vegetal como combustibles.

Actualmente en la Comunidad Económica Europea nos enfrentamos a la problemática del exceso de algunas producciones y, al mismo tiempo, a una preocupación creciente por la protección del medio ambiente, que ha obligado a reorientar la Política Agraria Comunitaria (PAC), que en el caso de la producción animal, pretende adecuar la oferta a la demanda, disminuir los costos de producción mediante una ganadería extensiva, en principio, subvencionada y que propicie un aprovechamiento ecológico de los recursos naturales.

En lo que concierne a la producción agrícola, se estimula un nuevo abandono de tierras dedicadas a cultivos excedentarios, superficies que pueden ser desti-

nadas a ganadería extensiva (barbechos verdes) o a legumbres (lentejas y garbanzos) y "vicias" (barbechos marrones), medidas que afectan especialmente a las zonas desfavorecidas y, atañen, al menos, al 20% de la superficie arable.

Dichas zonas desfavorecidas comprenden las áreas de montaña (20,6 millones de hectáreas), zonas en peligro de despoblamiento (16,6 millones de ha), y las áreas con limitaciones específicas (1,9 millones de ha) donde se incluyen las zonas áridas del sureste ibérico. Constituyen, de acuerdo con el M.A.P.A. (1990), las zonas desfavorecidas el 63,75% de la superficie agrícola útil de España y, en donde viven el 36,9% de la población, sobre las que se quiere aplicar acciones comunitarias para el desarrollo de dichas zonas, comprendiendo desde indemnizaciones compensatorias a ayudas directas a agricultores y ganaderos que ejercen su actividad laboral en estas áreas, con una cuantía que depende del grado de impacto que dicha actividad tenga sobre el medio.

La retirada de tierras de cultivo preconizada por la PAC, se fundamenta en la lucha por la disminución de excedentes, hecho que se complica por los fuertes aumentos de la productividad, consecuencia de la aplicación de mejoras agronómicas y zootécnicas. De acuerdo con THEYS y colaboradores (1986), en Francia para el año 2.000, se espera que del 20 al 30% de la superficie cultivada en la actualidad habrá sido abandonada y alrededor de 300.000 agricultores, un 25% del total, habrán tenido que dejar sus tierras.

Sobre este respecto, señala LE HOUEROU (1989), que la problemática del abandono de tierras se puede agudizar en la región mediterránea europea, al menos, por dos razones fundamentales: Primero porque cerca de la mitad del área cerealista tendrá que cambiar de uso ya que el costo de producción es superior al valor de mercado de la cosecha y, segundo, el abandono del pastoreo extensivo en las zonas forestales y el bajo interés por el aprovechamiento de la leña, ha producido una elevada acumulación de combustible en las zonas arboladas, con el consiguiente riesgo de incendio y de gastos en su prevención y extinción, terrenos que pueden incrementar las superficies abandonadas.

Para la región mediterránea árida, diversos autores han propuesto como una alternativa, con mayores posibilidades productivas y conservadoras del medio, su uso ganadero (BOZA y col., 1985; LE HOUEROU, 1989; MONTSE-RRAT, 1990, entre otros), mediante sistemas extensivos o semiextensivos, con bajos aportes del exterior, basados en sus propios recursos e integrados en el medio natural, dentro de lo que se entiende por "agricultura sostenida", seleccionándose a la cabra como especie de elección por su adaptación a estas zonas y por el alto valor de sus producciones.

Con carácter general se asumió en "Estrategia mundial para la conservación de la naturaleza", que la actividad económica y, en particular, la agroganadera, debe permitir mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales, preservando su diversidad genética y, asegurando de forma sostenida, el aprovechamiento de especies y ecosistemas. Junto con ello, la Comisión de Presidencia de la CEE (19-20/6/1989, Consejo de ministros de Agricultura), consideró "que no se puede conservar la cubierta vegetal y la naturaleza en su conjunto, sin

la presencia de una población humana suficiente con un nivel adecuado de servicios e ingresos". Por lo que es preciso compaginar la protección del medio con la presencia humana y ésta con una actividad económica que la justifique.

Es, a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación celebrada en Nairobi en 1977 (UNCOD, 1977), cuando se toma conciencia de la importancia de la planificación y posterior gestión de los recursos naturales. Atendiendo a las recomendaciones de dicha Conferencia, el gobierno español consideró el interés de promover un proyecto de investigación, que analizase los distintos recursos y factores implicados en los procesos de la desertificación, estudiando estrategias encaminadas a la lucha contra esta degradación, proyecto que se denominó LUCDEME (Lucha contra la desertificación del Mediterráneo), de cuya realización se responsabilizó el ICONA (CARRERAS, 1989), encargándose nuestro grupo de investigación de realizar el proyecto "Planificación ganadera de las zonas áridas del sureste ibérico", algunos de cuyos resultados presento en este trabajo.

AREA DE TRABAJO

El área del LUCDEME es de 32.622 km², comprendiendo las cuencas hidrográficas de Guadalentín, Sangonera, Almanzora, Adra, Albuñol y Guadalfeo, con un paisaje dominado por montañas desforestadas, abanclada con terrazas de cultivo, hoy abandonados y, suelos donde han desaparecido los horizontes fértiles. Comprende una orografía escarpada, con grandes desniveles de más de 3.000 metros, con un clima árido subhúmedo, precipitaciones irregulares y escasas, a veces de carácter torrencial y frecuentemente catastróficas, todo ello limitante para el crecimiento de la vegetación (ROBLES, 1990).

ESTUDIOS DE VEGETACION

Se ha efectuado un análisis territorial del área de trabajo, diferenciándose una doble escala de referencia: una a nivel local, mediante "unidades de paisaje" y otra regional, en la que se integran dichas unidades en "sitios". Igualmente se estudió la evolución experimentada por los usos del territorio; se ha determinado la composición florística y sus principales especies de interés ganadero, discriminándose siete tipos de pastizales naturales y una comunidad forrajera naturalizada (albaidar denso, albaidar claro, albaidar-espartal, espartal, romeral, tomillar, aulagar y chumberal). Se ha obtenido en ellos la producción de fitomasa en pie (total y forrajera), para su posterior empleo en la valoración pastoral, junto con la obtención de los índices de calidad específica de las especies pratenses y sus valores energéticos, obteniendo finalmente la capacidad sustentadora de cada tipo de pastizal, estudios que han constituido la memoria de tesis doctoral de ROBLES (1990), de la que tomamos los siguientes datos:

Capacidad sustentadora de diferentes tipos de pastizales del SE ibérico

Tipos de pastizal	Capacidad sustentadora (cabra/ha)	
	Producción	Mantenimiento
Albaidar denso	0,88	1,28
Albaidar claro	0,39	0,57
Albaidar-espartal	0,37	0,54
Espartal	0,20	0,29
Romeral	0,60	0,87
Tomillar	0,74	1,08
Aulagar	0,70	1,03
Chumberal	1,60	2,34

Requerimientos nutritivos del ganado caprino

Se han estudiado las necesidades energéticas y proteicas de caprinos en mantenimiento y en producción de leche, por ser la especie más representativa de las zonas áridas y de la que se pueden esperar los mejores resultados económicos. Los datos obtenidos por AGUILERA y colaboradores (1990) y PRIETO y colaboradores (1990), los resumimos en las siguientes tablas:

Necesidades energéticas del ganado caprino

	Machos	Hembras
Necesidades de mantenimiento, MJ de EM/kg ^{0,75}	0,443	0,401
Necesidades de producción, 1 kg de leche, en MJ de EM	---	5,38

Necesidades proteicas para el mantenimiento de caprinos

Machos, mg de N/kg ^{0,75} /día	409
Hembras en lactación, mg N/kg ^{0,75} /día	478

Hábitos alimenticios del ganado caprino

Por seguimiento y observación directa se han determinado los hábitos alimentarios del ganado caprino en pastoreo, en diferentes zonas áridas del sudeste ibérico y en las cuatro estaciones del año (SOMLO, 1989; BARROSO y col., 1990), identificándose especies consumidas, fracción morfológica seleccionada por el animal, número de bocados a cada especie y peso medio del bocado.

Se ha definido a la cabra como un animal oportunista, que forma su dieta con una mayor variedad de especies vegetales que los otros rumiantes domésticos, presentando como peculiaridad específica, su preferencia por los alimentos

lignocelulósicos, particularmente arbustos y ramones de árboles con un mayor consumo en otoño e invierno, disponibles en las zonas áridas.

Valoración nutritiva de los recursos alimenticios de zonas áridas

Se ha estudiado la composición físico-química y la digestibilidad "in vivo" e "in vitro" de diferentes recursos arbóreos (BOZA y GUERRERO, 1981; SILVA y col. 1987), arbustivos (CORREAL y col., 1986; SILVA y col., 1986; BOZA y col., 1988), herbáceas (BOZA y col., 1985; SILVA, 1987 y ROBLES, 1990) y de subproductos agrarios (BOZA y col., 1987; FONOLLA y col., 1988), particularmente los procedentes de cultivos bajo plástico existentes en zonas limítrofes de las áridas, y susceptibles de ser utilizados en la alimentación del ganado, especialmente durante épocas de descanso de la vegetación natural.

Estudio del microambiente ruminal de pequeños rumiantes en zonas áridas

Con objeto de conocer la eficiencia digestiva, así como las causas que la determinan, se ha realizado un estudio comparativo entre ovinos y caprinos que incluyen dos series de ensayos: a) Efecto de la frecuencia de alimentación, de la calidad de la dieta y de la especie animal, sobre la fermentación ruminal, responsable de la eficiencia de la utilización del alimento. b) Selección de la dieta, ingesta de materia orgánica y factores que la determinan (velocidad de paso y degradabilidad del alimento), características de la actividad fermentativa del rumen, todo ello en animales en pastoreo, así como el efecto de la suplementación energética y nitrogenada, sobre los anteriores parámetros (MOLINA y col., 1990; MOLINA y col., 1991).

Gasto energético del ganado caprino en pastoreo

El costo energético de la locomoción del caprino en pastoreo se ha estimado previamente en el laboratorio (AGUILERA y col. 1991), utilizando una cámara respirométrica de confinamiento en cuyo interior se alojó un ergómetro de banda rodante. Este gasto, tanto en pie como caminando a diferentes velocidades (0, 10, 20 y 30 m/minuto) y pendientes (-10, -5, 0, 5 y 10%), fue de 3,34 J/kg.m en horizontal y en gradiente de 30,5 a - 14,7 J/kg por metro de desplazamiento ascendente o descendente, respectivamente.

Posteriormente, se realizaron una serie de estudios (PRIETO y col., 1991; SOMLO y col., 1991), con animales en pastoreo, mediante la observación directa medida de la distancia recorrida por los animales con podómetros y, aplicando a éstas observaciones los costes energéticos calculados en laboratorio, se estimó el gasto energético del animal tipo en pastoreo, resultados que resumimos en la siguiente tabla:

Costo energético de caprinos en pastoreo en zonas áridas

Estación	Peso medio en kg	Producción de calor (k.l/kg ^{0.75})	Incremento sobre mantenimiento (%)*
Verano	45	73,6	18,4
Otoño	37	37,7	9,4
Invierno	35	40,0	10,0
Primavera	40	39,5	9,9
Media (X ± SD)	39 ± 2,2	47,7 ± 5,9	11,9 ± 2,2

*EMm = 401 kJ/kg^{0.75} y día (AGUILERA y col., 1990)

Lactancia artificial v desarrollo de caprinos

En relación con los estudios llevados a cabo en el animal joven, se estimaron sus necesidades nutritivas (430 kJ/kg^{0.75} y día, de energía para mantenimiento y 17,9 KJ/g incremento de peso para el crecimiento, así como las necesidades proteicas, 0,5 g de proteína digestible/kg^{0.75}/día para el mantenimiento y, 0,4 g de proteína digestible/g de incremento de peso durante el crecimiento) y costos energéticos asociados a su crecimiento (30,3 kJ/g de proteína y 69,8 kJ/g de grasa), puestos de manifiesto en los trabajos de SANZ SAMPELAYO y colaboradores (1985, 1988).

Igualmente se ha deducido a partir de su capacidad digestiva y metabólica y de acuerdo con el crecimiento y desarrollo deseado (120 gramos diarios y 12% de grasa de la canal), la composición nutritiva más idónea a introducir en los sustitutos lácteos (SANZ SAMPELAYO y col., 1987, 1990).

CONCLUSION

Para finalizar podríamos señalar que la primera conclusión de la evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema del sureste ibérico, efectuada por ROBLES (1990) señala que: "el análisis de la evolución seguida en el área de estudio constata que, los cambios de uso hacia un silvopastoralismo son compatibles con la recuperación de la cubierta vegetal, el descenso de la erosión y la estabilidad demográfica". La fotointerpretación de los años 1956, 1977 y 1988, muestra que el abandono de ciertos usos agrarios, provoca la expansión de los matorrales, aumento de la cobertura vegetal y descenso de la erosión, consecuencia todo, del uso ganadero que está proporcionando una estabilidad del paisaje.

Actualmente y, dentro del concepto de *agricultura sostenida*, se propone para las zonas áridas como actividad de mayor posibilidad económica sistemas semiextensivos de producción de pequeños rumiantes, especialmente de capri-

nos, por sus peculiaridades alimenticias, destacando que con un buen manejo de la vegetación y del ganado, se puede mejorar el medio y tener rendimientos sostenidos, hecho que ayuda a fijar la población a dichas zonas.

Por todo ello es necesario conocer la vegetación, la disponibilidad de fitomasa forrajera en las distintas épocas del año, los hábitos alimenticios de los animales, sus necesidades, que servirán para definir la capacidad sustentadora de las distintas unidades de paisaje y, elaborar estrategias que permitan aportar recursos alimenticios, así como una adecuada utilización de los mismos, a través de un buen conocimiento del microambiente ruminal, transfiriendo junto con estas normas de manejo de animales y vegetación, una tecnología orientada a la cría y crecimiento de los caprinos como fuente de carne y a la producción láctea.

BIBLIOGRAFIA

AGUILERA, J.F., LACHICA, M. y PRIETO, C. 1991. Energy cost of locomotion in Granadina goats. 12° Simposio de Metabolismo Energético. Kartause Ittingen. Suiza.

AGUILERA, J.F., PRIETO, C. y FONOLLA, J. 1990. Br. J. Nutr. 63: 165.

BARROSO, F.G., ALADOS, C.L. y BOZA, J. 1990. Terra Arida, 9: 78.

BOZA, J. y GUERRERO, J.E. 1981. Valeur alimentaire de quelques sous-produits agricoles pour la chevre. Symposium International de Nutrition et Systemes d'Alimentation de la Chevre. ITOVIC-INRA, Tours. vol. 2: 635.

BOZA, J., SILVA, J.H. y AZOCAR, P. 1985. Recursos alimenticios en zonas áridas. Simposio Internacional sobre Explotación Caprina en Zonas Aridas. Serv. Pub. Cabildo de Fuerteventura. 191-227.

BOZA, J., MUÑOZ, F.J., AGUILERA, J.F. y MOLINA, E. 1987. Arch. Zootec. 36: 253.

BOZA, J., SILVA, J.H. y FONOLLA, J. 1988. La albaida *Anthyllis cytisoides* recurso alimenticio para el ganado cabrío en las zonas áridas del sudeste ibérico. En: Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología de Jaca, nº 4: 775.

CARRERA, J.A. 1989. El Proyecto LUCDEME (Lucha contra la desertificación del Mediterráneo). En: Degradación de zonas áridas en el entorno Mediterráneo, 15-36. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente. MOPU. Madrid.

CORREAL, E., SILVA, J.H., BOZA, J. y PASSERA, C. 1986. Pastos, 16: 177.

FONOLLA, J., SILVA, J.H. y BOZA, J. 1988. A.Y.M.A., 28: 107.

LE HOUEROU, H.N. 1989. Agrosilvicultura y silvopastoralismo para combatir la degradación del suelo en la cuenca mediterránea. En: Degradación de zonas áridas del entorno Mediterráneo, 105-116. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente. MOPU. Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION (MAPA). 1990. Aplicación del PAC en España. Campaña 1989-1990. Secretaría General Técnica del MAPA. Madrid.

- MOLINA, E., ISAC, M.D., GARCIA, M.A., AGUILERA, J.F. y BOZA, J. 1990. *Terra Arida*, 9: 87.
- MOLINA, E., ISAC, M.D. y GARCIA, M.A. 1991. Ingestión voluntaria y actividad ruminal comparada del ganado ovino y caprino en zonas áridas. En: II Seminario sobre Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña. C.S.I.C. Granada.
- MONTSERRAT, P. 1990. Pastoralism and desertification. En: *Strategies to combat desertification in mediterranean europe*. Report EUR 11175. Luxembourg. 85-103 .
- PRIETO, C., AGUILERA, J.F., LARA, L. y FONOLLA, J. 1990. *Br. J. Nutr.* 63: 155.
- PRIETO, C., SOMLO, R., BARROSO, F.G. y BOZA, J. 1991. *Arch. Zootec.* 146: 55.
- ROBLES, A.B. 1990. Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido del sureste ibérico. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- ROBLES, A.B., MORALES, C., BOZA, J. y G. REBOLLAR, J.L. 1990. *Terra Arida*, 9: 75.
- SANZ SAMPELAYO, M^a R., MUÑOZ, F.J., LARA, L., GIL, F. y BOZA, J. 1985. *Anales INIA Serie Ganadera*, 22: 59.
- SANZ SAMPELAYO, M^a R., MUÑOZ, F.J., LARA, L., GIL, F. y BOZA, J. 1987. *Anim. Prod.* 45: 233.
- SANZ SAMPELAYO, M^a R., MUÑOZ, F.J., GIL, F. y BOZA, J. 1988. *Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.*, 59: 1.
- SANZ SAMPELAYO, M^a R., HERNANDEZ, O.D., NARANJO, J.A., GIL, F. y BOZA, J. 1990. *Small Rumin. Res.*, 3: 37.
- SILVA, J.H. 1987. Evaluación de los recursos alimenticios de las zonas áridas del ámbito de Proyecto LUCDEME en ganado caprino. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- SOMLO, R. 1989. Aportes metodológicos para el estudio de los hábitos dietarios de caprinos en zonas áridas. Tesis de Master of Science. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos. Zaragoza.
- SOMLO, R., PRIETO, C., BARROSO, F.G., BUSTOS, M. y BOZA, J. 1991. *Arch. Zootec.*, 147: 131.
- THEYS, J. 1986. (edit.). *L' Agriculture française et l'Environnement dans les 20 prochaines annés: vers un nouvel équilibre?*. Grupe Prospective. Ministeres de l'Equipement et de l'Environnement. Paris. 59.
- UNCOD. 1977. *Desertification: its causes and consequences*. U.N. Conf. Desertification. UNEP. Pergamon Press. Nueva York. 448.

CARACTERIZACION Y ANALISIS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE INTERES GANADERO DEL S.E. IBERICO

J.L.González Rebollar
Centro de Ciencias Medioambientales
CSIC.MADRID

INTRODUCCION

Esta ponencia y las dos que siguen componen una panorámica general de los estudios que venimos realizando desde 1985. Expresamos nuestro agradecimiento a los organizadores de estas Jornadas por permitir su exposición agrupada. La conveniencia organizativa, que recomendaba agrupar las intervenciones según afinidades temáticas, desdibujaba en nuestro caso la exposición de unos trabajos que, todavía hoy, son mas fáciles de explicar como fases de un proceso en desarrollo que como aspectos consolidados del mismo.

Fieles, sin embargo, al espíritu de la reunión, las sucesivas ponencias comportan consideraciones descriptivas, apreciaciones personales, exposición de estudios en fase de realización, expectativas de futuro y resultados.

Hacia finales de 1984 comienzan a esbozarse las primeras líneas de nuestra investigación. Tienen gran responsabilidad en ello los departamentos de *Producción Animal* (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Córdoba) y de *Fisiología Animal* (Estación Experimental del Zaidín/CSIC, de Granada) que nos animan a integrarnos, como botánicos, en sus proyectos de planificación ganadera. Los departamentos de *Botánica*, de la Facultad de Ciencias de Granada y de la Estación Experimental de Zonas Áridas de Almería, aceptamos la propuesta. Se constata la necesidad de formar investigadores y se obtienen las primeras becas.

La búsqueda de "áreas piloto" -en las que concretar los estudios- y el desarrollo de un proyecto botánico que respondiese al compromiso aceptado completaron, en 1987, la etapa inicial de nuestra participación

El 15 de Febrero de 1988 se firmó el proyecto "PLANIFICACION GANADERA DE ZONAS ARIDAS DEL S.E. IBERICO" (Programa de Investigación sobre *Procesos de Degradación y Restauración de Areas de Montaña y Bosque medite-*

rráneo. Contribución del CSIC al proyecto LUCDEME). El estudio CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE INTERES GANADERO constituyó un subproyecto coordinado del mismo y supeditó a él sus objetivos.

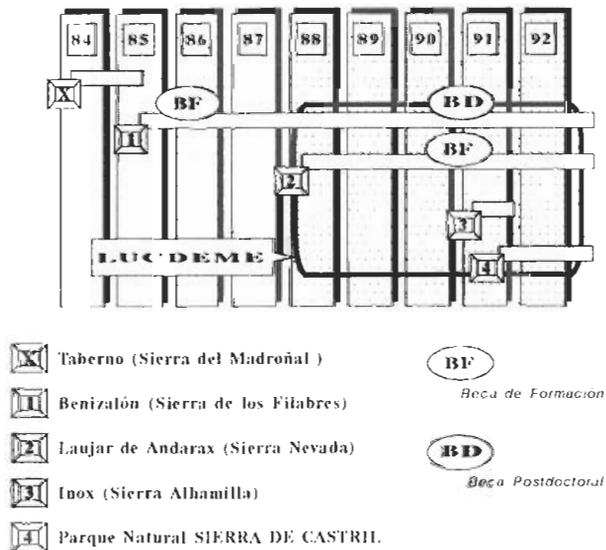
AREAS DE ESTUDIO

Las figuras que siguen, recogen la cronología con que se iniciaron los trabajos en cada zona (Fig. 1), sus características fitogeográficas (Fig.2), localización (Fig.3) y tamaño (Fig.4). En ponencias sucesivas cada autor pormenorizará unos detalles que aquí obviaremos.

Excepto la zona que aparece como "x" (Fig.1), que se desechó por requerir un desplazamiento injustificado (existen áreas más próximas a Granada con características silvopastorales afines), todas las demás son peculiares en vegetación, tipología ganadera y tamaño.

De la "1" a la "3", se abarcan de una manera casi catenal los pisos de vegetación termomediterráneo a oromediterráneo y, longitudinalmente, las provincias Bética a Murciano-almeriense. De "Los Pajares" -Benizalón/Sierra de los Filabres-, donde el pastor es ganadero estante y propietario de sus pastos, se pasa a "Bonaya" -Laujar de Andarax/Sierra Nevada- con ganados parcialmente propios y desplazamiento estacional entre pastos bajos y altos. "Inox" -Nijar/Sierra Alhamilla presenta una práctica trashumante neta con Sierra Nevada, realizada por un propietario con varios pastores y rebaños. La zona mas pequeña es "Los Pajares", con poco mas de 100 ha. "Inox" y "Bonaya" superan más de diez veces este tamaño.

Fig. 1

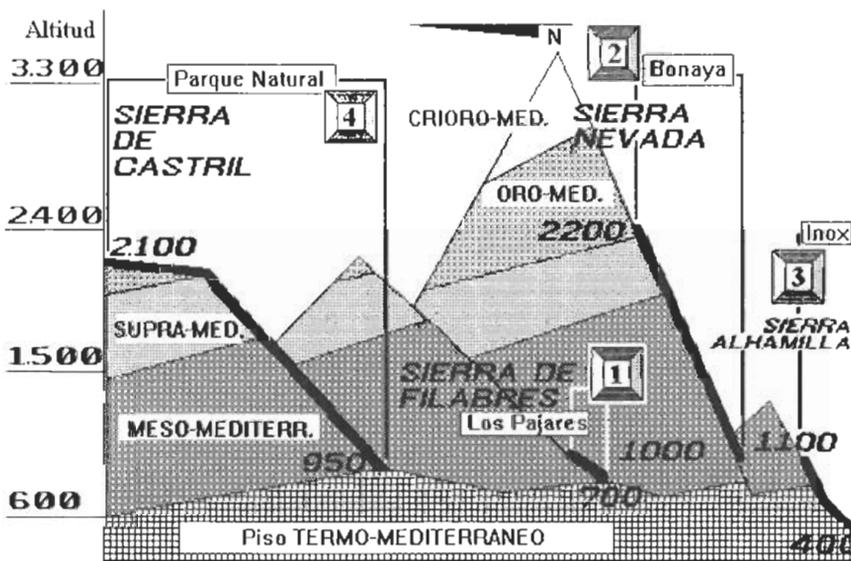


El área "4", el Parque Natural de Sierra de Castril, ha constituido un salto cualitativo en nuestro trabajo. Con más de 12.000 ha y enfrentados a una problemática de racionalización silvopastoral, sus gestores tratan de organizar unos usos ganaderos acordes con los recursos pascícolas reales. Nuestro trabajo concierne al análisis de la situación ganadera del área y elaboración de una carta de receptividad.

ASPECTOS METODOLOGICOS

Siendo un capítulo protocolario de todo estudio científico, constituyen, en nuestro caso, un objetivo esencial y, en cierto modo, una renuncia.

La carencia de una silvicultura mediterránea, tantas veces constatada repercute doblemente en la planificación de los usos silvopastorales que le son propios y en los métodos de trabajo a desarrollar.



Son contados los ejemplos en los que encontrar un precedente, a los que remitir una metodología. Lejos de las características del "grassland", los arbustales mediterráneos han permanecido ajenos al interés del forestal -que casi siempre los ha visto con ojos de "replantador"- del agrónomo -para quien se trata de zonas marginales o del veterinario -por lo general dedicado a los animales en estabulación- Hoy, a las puertas de un mercado único europeo que califica de "áreas desfavorecidas", en obligada reconversión, casi las 3/4 partes de nuestros espacios agrarios (Fig 5), nos encontramos sin bases científico-técnicas en las que basar alternativas viables.

Nuestro primer objetivo ha tenido que orientarse al desarrollo y validación de métodos de trabajo. Cada zona de estudio, con sus características propias, ha determinado un específico ajuste de escalas y diseños muestrales. La primera renuncia fue prescindir de los métodos fitosociológicos. Su calidad descriptiva no basta a los requerimientos cuantitativos de evaluar la fitomasa de un pasto o de caracterizar sus forrajeras dominantes. Su utilización ha debido limitarse a los capítulos introductorios de cada estudio.

Los transectos "*Point-Centred-Quarter*" y modificaciones del "*Point-Quadrat*", junto a parcelas para herbáceas y suculentas, son los que, en cada caso, han aportado los cifras de fitovolumen que precisa la evaluación forrajera en campo. La dinámica vegetal y el seguimiento fenológico se ha realizado en parcelas de exclusión. Los análisis bromatológicos se han apoyado en muestreos extractivos. Y las prácticas de ramoneo y preferencia animal, en la observación directa de los animales en pastoreo y en la colaboración con los ganaderos y pastores. Son detalles que, como hemos dicho, cada ponencia recogerá más adelante. Deben ser mencionadas, sin embargo, algunas colaboraciones esenciales.

Ya hemos señalado la responsabilidad que, en nuestra participación, tuvieron los departamentos de *Producción Animal* de la ETSIA de Córdoba y de *Fisiología Animal* de la EEZ/CSIC de Granada. Tras siete años de experiencia, las previsiones de los doctores José Emilio Guerrero y Julio Boza han resultado fundadas: **la ganadería extensiva, con pequeños rumiantes, conserva ciertas expectativas económicas** (al margen de las subvenciones del MAPA), **y la regularización de las prácticas ganaderas las hace perfectamente integrables con las acciones de desarrollo equilibrado, agricultura sostenida y conservación de la naturaleza que promueve la propia política comunitaria.**

Es fundamental la buena determinación botánica de la flora de cada zona y el análisis de la dinámica de sus comunidades vegetales. La correcta identificación de las plantas es un requisito imprescindible para cualquier catálogo forrajero (algo cuya carencia no podrá compensar luego ninguna exposición detallada de sus características bromatológicas o pascícolas). Por su parte, valorar la incidencia del pastoreo -o de las prácticas agroforestales- en el paisaje vegetal de cada territorio es algo que también escapa a los ojos del no experto. Ha sido esencial por ello, la colaboración del departamento de *Biología Vegetal* de la Facultad de Ciencias de Granada. El trabajo de la doctora Concepción Morales, integrada en nuestro proyecto, ha dotado al mismo de la solidez requerida en este aspecto.

Los trabajos de campo recibieron pronto una serie de apoyos inesperados. De hecho, sin la afortunada (e imprevisible) colaboración de diferentes investigadores chilenos y argentinos, que trabajaron con nosotros desde 1987, no hubiésemos alcanzado el punto en el que nos encontramos. Debemos destacar de forma especial a los doctores Juan Gastó (Universidad Católica de Chile), Eugenio Caviedes (Universidad Nacional de Chile) y Carlos Passera (Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas/CONICET de Argentina).

El Dr. Gastó aportó metodologías alternativas a nuestras prácticas fitosociológicas y a él se deben las propuestas de estructurar el territorio en Unidades de

Paisaje y Sitios. Propuestas, hoy incorporadas a nuestros métodos de trabajo, que trascienden el mero interés pascícola del proyecto enmarcándolo en un protocolo afin al que utiliza el Sistema de Información Geográfica de la Junta de Andalucía (SINAMBA).

El Dr. Caviedes trabajó con nosotros en la realización de la Carta de Ocupación de Tierras de "Los Pajares" y, específicamente, en su Mapa de Pastos.

Por su parte, la colaboración del profesor Passera (hoy nuevamente integrado en el proyecto) permitió trabajar por fin con métodos de evaluación directa en campo. Sus enseñanzas, fruto de sus propias investigaciones, han dado a nuestro equipo la experiencia de la que carecía¹.

Finalmente reseñar un hecho trascendental en todo este proceso científico: la colaboración de los investigadores del departamento de *Fisiología Animal* del Zaidín y el apoyo que han proporcionado algunas de sus líneas de investigación básica. A nuestros ojos esta colaboración merece un doble análisis: en primer lugar constatar que, sin la supervisión directa de los Drs. Molina y Aguilera, nuestros trabajos de valoración nutritiva adolecerían de falta de rigor; en segundo que, en sí mismas, las investigaciones realizadas o dirigidas en dicho departamento han sido soporte científico indirecto de algunas de nuestras hipótesis. Remitimos al capítulo final estas consideraciones.

ALGUNOS RESULTADOS

Tras estos años de experiencia compartida, hemos podido llenar algunas de las lagunas metodológicas con las que partimos, técnicas que permiten ser ajustadas a los detalles de cada caso, sus requerimientos muestrales y su escala territorial.

Se ha ampliado en más de medio centenar el catálogo de forrajeras perennes del S.E., documentándolo con los valores bromatológicos obtenidos en cada caso.

Se realiza la evaluación forrajera y análisis de la capacidad sustentadora de diversas áreas "piloto" del S.E., habiéndose podido validar los resultados obtenidos en alguna de ellas con la propia práctica real del ganadero.

Por fotointerpretación, desde 1956, se ha podido verificar la recuperación de la cubierta vegetal de " Los Pajares ", en armonía con las prácticas pastorales seguidas.

Se constata que sólo una investigación conjunta de los diversos aspectos botánicos, zootécnicos y bromatológicos implicados en las relaciones pasto-herbívoro es capaz de responder al objetivo de evaluar la oferta forrajera de un pasto o su capacidad sustentadora.

¹ Algunos de estos métodos se recogen en la ponencia de ROBLES, AB. y FERNANDEZ, P.; no tanto en la del propio PASSERA, C quien -con ALLEGRETI, L.- aborda, en la suya, otra problemática.

CONSIDERACIONES FINALES

Alguien, en la lectura de la primera Tesis Doctoral surgida de nuestro equipo, comentó que el capítulo de agradecimientos no le había parecido menor. En efecto, como acabamos de señalar, los resultados alcanzados solo pueden entenderse como consecuencia de una relación fluida entre instituciones, e investigadores, responsables de cada área.

En tal sentido, surgen en nuestra reunión puntos de debate que nos parece interesante comentar.

En primer lugar aparece, como siempre, un cierto conflicto entre lo que se consideran investigaciones de carácter aplicado (podía ser el caso de nuestro proyecto) y otras, consideradas "básicas". También entre lo que se entienden como investigaciones "duras", realizadas en condiciones controladas, y "blandas", estimativas. No digamos el tradicional entre "especialistas" y "generalistas". Por nuestra parte podemos valorar la incidencia que han tenido estas cuestiones.

No han sido pocos los estudios "básicos" en los que hemos necesitado apoyar algo, aparentemente tan "telegráfico", como contestar ¿ cuál es la capacidad sustentadora de un pasto ?. Estudios básicos propios (taxonomía y catalogación de la flora autóctona, fenología, dinámica de la vegetación, evaluación de métodos de muestreo, análisis físico-químico de forrajeras, digestibilidad, etc.) o del entorno institucional (modificaciones del "Point Quadrat", de PASSERA, C et alt., 1983 ², requerimientos energéticos de los animales, de PRIETO, C. et alt., 1990 ³, AGUILERA, JF. et alt. 1990 ⁴, GARCIA BARROSO, F ⁵. etc.). En definitiva, no ha existido aspecto al que calificar de "aplicado" que haya podido obviar los aspectos "básicos".

El conflicto entre "duro" y "blando" se nos ha presentado en toda su relatividad, pero lo más discutible es la tendencia a presentarlo como un conflicto entre "lo científico" y lo que "no lo es". Son cuestiones de escala y precisión las que se ven involucradas. Siempre parece más científico contar células a través de un microscopio que vacas en un corral; y no deja de ser chocante que la valoración de un forraje merced a la proporción de sus restos digeridos, sea estimada más rigurosa que la evaluación del mismo, medida directamente en campo.

En cuanto al conflicto entre "especialistas" y "generalistas", Margalef se ha encargado de caricaturizarlo en su esencia: *un conflicto entre "quienes lo saben todo de casi nada y quienes saben nada de casi todo"*. Conflicto más fácil de mini-

² Método del Point Quadrat modificado. *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*. FAO/IADIZA. Mendoza. 71 -79. Argentina.

³ Protein and energy requirements for maintenance of indigenous Granadina goats. *British Journal of Nutrition* 63:155-163.

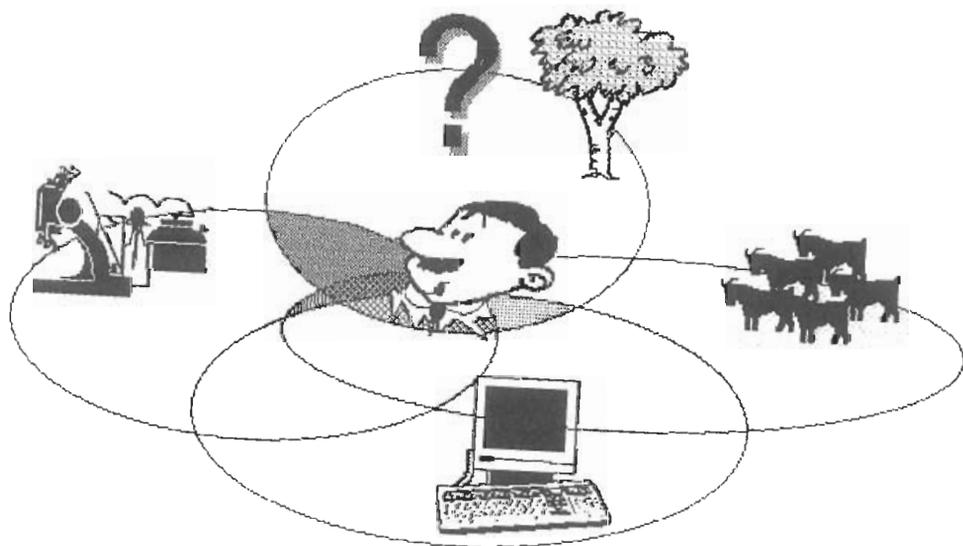
⁴ Protein and energy metabolism of lactating granadina goats. *British Journal of Nutrition* 63:165-175

⁵ Estudio sobre el comportamiento alimentario y social de la cabra doméstica en el sureste árido español. (Comunicación personal).

mizar con una buena coordinación entre unos y otros que fomentando las mutuas reticencias. Por nuestra parte, a la luz de estos años, debemos un reconocimiento sincero a quienes no nos han negado su especializada colaboración.

En un orden de ideas parecido -antes de terminar esta *ponencia preámbulo*-, quisiéramos llamar la atención sobre aspectos de formación del personal investigador que no valoramos bien hace siete años. Hoy lo que nos pareció en sus comienzos una propuesta científica de interés: la integración con otros profesionales en un proyecto "fronterizo", ha resultado una "aventura de alto riesgo" para los becarios en formación. Un tema de esta naturaleza, en las atinadas palabras del Prof. Passera, *obliga al becario a recorrer un camino lleno de lagunas de información*, lo que se paga con un alto coste en investigación básica, y revisión metodológica, muy difícil de "objetivar" en los términos al uso

Un último comentario: estas reuniones constituyen uno de los escasos foros de debate con los que podemos contar fuera de los formalismos de congresos, cursos, seminarios o "simposios". Felicitamos a los promotores de esta II Reunión por el compromiso que supone mantener el "espíritu fundacional". Por nuestra parte agradecer la invitación recibida y la comprensión que representa aceptar el orden que proponemos para las ponencias que siguen.



EVALUACION DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA EN DIFERENTES COMUNIDADES VEGETALES DEL SUDESTE ESPAÑOL: EXPERIENCIAS “PILOTO”.

Ana Belén Robles Cruz *, Pilar Fernández García **

(*) Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.). Granada.

(**) Dpto. Biología Vegetal. Fac. Ciencias. Univ. Granada.

INTRODUCCION

Los pastizales naturales de las zonas áridas y semiáridas de la Tierra, cuyos componentes mayoritarios son arbustos y herbáceas perennes, constituyen la principal fuente de forraje para el ganado caprino-ovino. Determinar su fitomasa disponible y valorar su receptividad ganadera es uno de los objetivos prioritarios en cualquier estudio de planificación ganadera.

De otra parte, destaca la carencia de métodos específicos para evaluar estos recursos vegetales, lo más frecuente es encontrar métodos orientados hacia pastos de herbáceas en climas húmedos y semihúmedos, o adaptaciones con más o menos fortuna. Es pues evidente, la necesidad de desarrollar metodologías “ad hoc” que permita valorar dichos ambientes.

Dentro del proyecto de “**Planificación ganadera del sudeste ibérico**”(LUCDEME/CSIC), los aspectos metodológicos han sido los que han orientado nuestra investigación. Se ha puesto a punto un conjunto de técnicas de evaluación -en campo- de la oferta forrajera y su integración con los métodos de valoración nutritiva necesarios para determinar, finalmente, la **Capacidad Sustentadora**.

OBJETIVOS

1) Generales

Evaluación del Potencial Forrajero y Capacidad Sustentadora de un espacio de utilización ganadera, en el S.E. español.

2) Específicos.

2.1.- De carácter temático:

- Determinación del **Catálogo Forrajero del territorio.**
- **Tipificación y análisis de las Comunidades vegetales.**
- Evaluación de la **Fitomasa Total y de la Fitomasa Forrajera.**
- Estimación del **Valor Nutritivo de los pastizales.**
- Determinación de la **Capacidad Sustentadora del área.**

2.2.- De carácter metodológico:

- **Desarrollar métodos orientados a la evaluación de la Oferta Forrajera y Capacidad Sustentadora** de los pastizales arbustivos del S.E. ibérico.

FINCAS DE ESTUDIO

Disponemos de dos fincas "piloto", ambas en la provincia de Almería:

* **"Los Pajares"**.- Situada en la Sierra de los Filabres -entre 705 y 1026 m- pertenece al término municipal de Benizalón. Presenta una extensión de 130 ha y una ganadería de caprino (en su mayoría de raza granadina) que fluctúa entre 70 a 80 cabezas de ganado.

* **"Bonaya"**.- Se localiza en Sierra Nevada, en el término municipal de Laujar de Andarax -entre 1100 y 2200 m de altitud-. Con una superficie de 1500 ha y 300 cabezas de ganado caprino (con gran mezcla de razas).

El paisaje vegetal, en ambos casos, es fiel reflejo de las prácticas agrarias a las que se ha visto sometido el territorio durante años. La primera de las fincas constituye un espacio completamente desforestado en el que fácilmente se detectan diversas fases de **uso-abandono**, dando lugar a un mosaico vegetal de difícil caracterización. Son dominios de *Anthyllis cytisoides* y *Artemisia barelieri*. La segunda, junto a matorrales seriales y nitrófilos dominados por distintas especies (según altitud y sustrato), presenta formaciones arbóreas de *Quercus ilex* y repoblaciones de pinos.

METODOLOGIA

En la elección de los métodos utilizados por nosotros ha jugado un importante papel algunas experiencias chilenas y argentinas llevadas a cabo en áreas de características áridas similares a las nuestras. Ha sido trascendental la colaboración de diferentes investigadores de estos países.

EVALUACION DE LA OFERTA FORRAJERA

TECNICAS CUALITATIVAS DE CAMPO

1.- Tipificación del territorio.-

Con objeto de estratificar el muestreo de campo se dividió el territorio en unidades de paisaje, mediante fotointerpretación a escala 1:5000 (en "Los pajares") y 1:18000 (en "Bonaya").

Siguiendo los criterios de la escuela fitoecológica francesa del CNRS/CEPE de Montpellier (GODRON, 1968), se tomaron datos:

- a) Generales de localización.
- b) Vegetación (estructura, recubrimiento, especies dominantes).
- c) Grados de Artificialización,
- d) Características orográficas, edáficas y geomorfológicas
- e) Uso del territorio.

Paralelamente, a partir de fotografías aéreas de 1956, 1977 y 1988, se estudió la evolución del uso de la tierra en los últimos treinta años.

2.- Estudio Botánico.-

a) Catálogo Florístico y Forrajero.- La catalogación de la flora constituye el primero de los estudios básicos a realizar, de él dependen buena parte de los análisis y caracterizaciones del área (**unidades de paisaje**), **tipos de pastizal y catálogo de forrajeras**.

En la determinación de forrajeras se han tenido en cuenta nuestras propias observaciones, las encuestas realizadas a los ganaderos y los estudios que, sobre hábito alimentario, se han realizado en ambas fincas (SOMLO, 1989; GARCIA BARROSO, 1991).

b) Tipos de pastizal.- La tipificación de los pastos se realizó de manera paralela a los restantes estudios del territorio. Los criterios empleados han sido los ya mencionados de la escuela fitoecológica de Montpellier: **especies dominantes recubrimiento y estructura vegetal**. Con estos datos se diseñó la carta de pastizales.

TECNICAS CUANTITATIVAS DE CAMPO

La escala de trabajo, la superficie implicada y las diferentes comunidades vegetales, condicionaron las estrategias de muestreo en cada finca.

Métodos empleados según el tipo biológico de las plantas:

a) Arbustos.-

- **Método de puntos: Point Quadrat.**- Con este método se obtiene un valor estimativo de la fitomasa en pie (**Contribución Específica por Contactos, C.S.C.**). Se han utilizado transectos de 30 m de longitud con puntos de observación cada 30 cm (PASSERA y al., 1983).

- **Métodos de distancias: Point-Centred Quarter y del "Individuo más próximo".**- Desarrollados básicamente por COTTAN Y CURTIS (1949, 1956), suministran datos sobre densidad de plantas y fitovolumen. La combinación de estos métodos no destructivos con los análisis de correlación entre fitomasa (total y forrajera) y fitovolumen -obtenidos por planta mediante muestreo extractivo- aporta el dato de fitomasa por hectárea. Los transectos utilizados fueron de 50 m, con 4 observaciones cada 2 m, para Point-Centred Quarter y de 25 m, con observación cada metro, para el "Individuo más próximo". Como mínimo en cada comunidad se muestrearon 100 individuos.

En "Los Pajares" se utilizaron Point Quadrat y Point-Centred Quarter; en "Bonaya" el del "Individuo más próximo".

b) Herbáceas.- Se emplearon parcelas cuadradas de 0.50 m X 0.50 m. En ellas, se procedió al inventario de especies, corte y peso seco de las mismas.

c) Suculentas (*Opuntia ficus-indica*). - Para determinar la biomasa de suculentas se muestrearon individuos de distinto tamaño, distinguiendo palas forrajeras, palas del año, palas no forrajeras y troncos. Se obtuvo un peso medio para cada una de estas clases y, medida su proporción (por conteo de pies) en el área de estudio (parcelas de 10 x 10 m), se obtuvo la biomasa por hectárea.

f) Exclusiones.- Con objeto de realizar un seguimiento estacional de la vegetación de la finca "Los Pajares", se instalaron dos parcelas de exclusión de 5 x 5 m. En cada una se establecieron dos transectos cruzados de 5 m, con 100 puntos de observación, cuyo estudio continua en la actualidad.

VALORACION NUTRITIVA

Elegidas las especies de mayor interés forrajero, se procedió a la recolección de aquellas fracciones morfológicas que los animales seleccionaban en su dieta, simulando el bocado mediante tijeras de podar.

El análisis del contenido en nutrientes de las especies se realizó según los esquemas analíticos de WEENDE y VAN SOEST. Se determinó: Materia seca, Cenizas y Fracción Fibrosa (FND, FAD, LAD).

La digestibilidad "in vitro" (DMS, DMO) se realizó empleando la técnica de TILLEY & TERRY (1963). A partir del valor de DMO se calculó la Energía Metabolizable.

CAPACIDAD SUSTENTADORA.

Se han diferenciado dos métodos para determinar la Capacidad Sustentadora, ambos tienen en cuenta la composición florística de los pastos y su oferta forrajera, pero se diferencian en la manera de integrar los animales pastantes.

El cálculo de la capacidad sustentadora considera dos supuestos, primaveral y anual (ROBLES, 1991). El dato de primavera resulta una referencia al máximo posible de carga.

1.- Valor Pastoral mediante Índices de Calidad.-

El Valor Pastoral (V.P.), se determinó mediante la fórmula clásica de DAGET & POISSONET (1971), adaptada para ambientes semiáridos con vegetación arbustiva y abierta por PASSERA & al (1983) que consideran la **Contribución Específica por Contactos (CSCi)** y un factor de corrección "**Cf**" en función de la **cobertura forrajera total**.

La variante propuesta por ellos es:

$$VP = 0.1 \left(\sum_{i=1}^n csc_i \times IS_i \right) \times Cf$$

En lo que se refiere al cálculo del **Índice de Calidad Específico**, nuestro procedimiento sigue las propuestas de PASSERA y BORSETTO (1983), así como, las modificaciones actuales realizadas por el primero de estos autores (inédito).

2.- Valoración mediante Requerimientos Energéticos.-

Este segundo método integra la oferta forrajera (Kg MS/ha) y el valor nutritivo (Energía Metabolizable, Mj) de las principales especies, con los requerimientos energéticos de los animales (Energía Metabolizable, Mj).

El sistema adoptado para establecer las necesidades alimenticias del ganado ha sido el descrito por **ARC (1980)**. Los datos empleados por nosotros proceden principalmente de los estudios realizados en la EEZ/CSIC (AGUILERA y col, 1990, 1991; PRIETO y col., 1990).

La Fitomasa disponible se calculó utilizando los datos de **Fitovolumen** proporcionados por el método **Point-Centred Quarter**, que fueron traducidos a **Fitomasa forrajera (kg MS/ha)**. Esta se afectó por dos factores de "corrección", según la **aceptabilidad y periodo de oferta** de cada especie (ROBLES, 1991).

Se han considerado dos tipos de requerimientos energéticos: **necesidades energéticas de mantenimiento** (Prototipo animal: una cabra hembra, ni lactante

ni gestante, de raza granadina y 45 kg de peso) y **necesidades energéticas de producción** (Prototipo animal: corresponde a las características promedio de una ganadería de cabras granadinas con 80 hembras, 2 machos y 18 individuos en crecimiento).

RESULTADOS Y DISCUSION

El siguiente cuadro recoge el estado actual de los estudios en ambas fincas:

	BENIZALON	LAUJAR
ANALISIS TERRITORIAL	X	X
CATALOGO FORRAJERAS	X	X
TIPIFICACION DE PASTOS	X	X
EVALUACION FITOMASA	X	80 %
VALORACION NUTRITIVA	X	10 %
CAPACIDAD SUSTENTADORA	X	—

Dado que aún no se han concluido los trabajos de campo en la finca de “Bonaya”, los resultados que se aportan pertenecen principalmente a “Los Pajares”.

- CARTAS DE PASTIZALES

Finalizado el estudio territorial y de la vegetación se confeccionaron las cartas de unidades de paisaje y tipos de pastizal.

Los tipos de pastizal diferenciados son:

- “Los Pajares” (Benizalón):

- Albaidar denso
- Albaidar claro
- Albaidar/Espartal
- Espartal
- Albaidar/Romeral
- Albaidar/Aulagar
- Tomillar
- Chumberal

Las especies *Anthyllis cytisoides* (albaida) y *Artemisia barrelieri* (boja entina) se repiten de manera casi constante en el paisaje de la finca en mayor o menor grado de abundancia, excepto en el espartal, dominado casi exclusivamente por *Stipa tenacissima* (esparto).

La única especie exótica en el área *Opuntia ficus-indica* caracteriza el chumberal.

- “Bonaya”:

- Piornal
- Matorral silíceo
- Matorral calizo
- Escobonal
- Tomillar silíceo
- Tomillar calcáreo
- Tomillar nitrófilo
- Prado montano
- Pinar/Piornal
- Pinar/Matorral silíceo
- Pinar/Matorral calizo
- Encinar/Piornal
- Encinar/Matorral silíceo
- Formación Mixta/Piornal
- Formación Mixta/Mat. silíceo
- Prado nitrificado silíceo
- Prado nitrificado calizo

Para diferenciar los tipos de pastizal se ha tenido en cuenta sustrato, altitud y formación vegetal (Herbáceas, arbustivas y arbóreas). Los pinares presentes en la finca son de repoblación (*Pinus nigra* y *P. sylvestris*) y están excluidos al pastoreo. La formación mixta corresponde a una comunidad de pinos y encinas mezclados.

La carta de pastizales ha sido fundamental para estratificar el muestreo de evaluación de la oferta forrajera en campo.

Evolución del uso de la tierra.

La Figura 1 muestra los cambios de uso experimentados en “Los Pajares” en los últimos treinta años.

Los mayores cambios se observan en el espacio dedicado al cultivo cerealista (unidades de cereal+barbecho), que ha pasado de 56.6 ha en 1956 a 3.7 ha en 1988.

Es interesante subrayar que, el uso cerealista, estaba ligado a una ganadería de ovino en 1956. El abandono agrícola y la subsiguiente invasión del matorral, condicionó el cambio hacia una ganadería de caprino, lo que no impidió la expansión del matorrales cuyas cifras pasan de 47.2 ha en 1956 a 101.6 en la actualidad. La recuperación de la cubierta vegetal y el descenso de la erosión aparecen, así, ligados al cambio de uso agrario.

- PRINCIPALES FORRAJERAS

Considerando ambas fincas, se han catalogado más de setenta especies perennes de interés forrajero. Destacamos:

Anthyllis cytisoides, Dactylis glomerata, Fumana thymifolia, Lavandula multifida, Olea europea, Plantago albicans, Quercus cocciferae, Quercus rotundifolia, Retama sphaerocarpa, Rhamnus lycioides, Opuntia ficus-indica, Lavandula stoechas, Artemisia barrelieri, Artemisia campestris, Dorycnium pentaphyllum, Rosmarinus officinalis, Ulex parviflorus, Avenula bromoides, Genista umbellata, Adeno-

carpus decorticans, Cytisus oromediterraneo, Erinacea anthyllis, Crataegus monogina, Prunus ramburii, Berberis hispanica.

EVALUACION FORRAJERA

Point Quadrat

El siguiente cuadro recoge, de manera resumida, los valores de **Contribución Específica por Contacto** (C.S.C.) y el promedio de “**contactos forrajeros**”, por metro de transecto muestreado, en cada tipo de pastizal. Son un valor estimativo del fitovolumen.

TIPOS DE PASTIZAL	C.S.C.	Contactos forrajeros por metro muestreado
ALBAIDAR DENSO	1074	2.6
ALBAIDAR CLARO	853	1.9
ALBAIDAR—ESPARTAL	100	1.1
ESPARTAL	56	0.9
ROMERAL	213	1.8
TOMILLAR	432	2.4
AULAGAR	128	2.1
CHUMBERAL	368	2.5

Point-Centred Quarter y Parcelas.- Resumiendo para cada tipo de pastizal, se recoge las cifras de fitomasa (kg MS/ha) total y forrajera para leñosas y forrajera para herbáceas (vivaces y anuales):

TIPOS DE PASTIZAL (kg/ha)	LEÑOSAS		HERBACEAS		TOTAL
	TOTAL	FORRAJE	Vivaces	Anuales	
ALBAIDAR DENSO	7302.6	664.8	292.0	129.9	421.9
ALBAIDAR CLARO	3341.5	160.3	115.5	155.3	270.8
ALBAIDAR-ESPARTAL	20449.5	252.1	66.7	403.7	470.4
ESPARTAL	30008.9	342.9	35.0	37.0	72.0
ROMERAL	16214.7	1375.9	111.1	31.8	142.9
TOMILLAR	2566.0	367.7	331.7	162.7	494.4
AULAGAR	4887.8	452.7	277.7	174.3	450.0
CHUMBERAL*	5183.7	232.4	413.0	94.0	507.0

* Sin contabilizar *Opuntia* (ROBLES et al., 1991)

La fitomasa total más elevada corresponde al **espartal** con más de 30000 Kg/ha. Esta comunidad, sin embargo, es una de las que menos oferta forrajera presenta (343 Kg/ha). Lo mismo cabe decir, de la comunidad mixta **espartal-albaidar**. El extremo opuesto, el **tomillar**, oferta la menor fitomasa total con el máximo de proporción forrajera.

Destaca el número de efímeras del **albaidar-espartal** y el de herbáceas vivaces del **Chumberal**. Las cifras deben entenderse estimativas, dada la variación interanual de la flora efímera.

- VALORACION NUTRITIVA.

El total de análisis realizados queda recogido en el esquema siguiente. Los datos "in extenso" pueden consultarse en el trabajo de ROBLES (1991):

	ANALISIS QUIMICOS	VALOR NUTRITIVO
ARBUSTOS	26	26
HERBACEAS VIVACES	19	15
HERBACEAS ANUALES	32	3
TOTAL DE spp.	77	44
PASTOS ANUALES	9	9
TOTAL ANALISIS	86	53

CAPACIDAD SUSTENTADORA

El siguiente cuadro recoge las cifras obtenidas de capacidad sustentadora, según método y estación:

CAPACIDAD SUSTENTADORA (Cabras/hectárea)

TIPOS DE PASTIZAL	ANUAL			PRIMAVERA		
	I	E		I	E	
	MAN.	MAN.	PRD.	MAN.	MAN.	PRD.
ALBAIDAR DENSO	1.74	1.28	0.88	1.95	1.65	1.13
ALBAIDAR CLARO	1.36	0.57	0.39	1.56	0.83	0.57
ALBAIDAR--ESPARTAL	1.35	0.54	0.37	1.24	1.14	0.78
ESPARTAL	1.38	0.29	0.20	0.78	0.18	0.12
ROMERAL	1.26	0.87	0.60	1.47	1.25	0.85
TOMILLAR	1.37	1.08	0.74	1.87	1.42	0.97
AULAGAR	1.65	1.03	0.70	2.03	1.49	1.02
CHUMBERAL	1.96	2.34	1.60	1.95	9.35	6.39

I = Valoración mediante INDICES DE CALIDAD

E = Valoración mediante DETERMINACION ENERGETICA

MAN = Condiciones de MANTENIMIENTO

PRD = Condiciones de PRODUCCION

Por lo general la valoración fitotécnica (I) arroja estimaciones de capacidad sustentadora superiores a las proporcionadas por el modelo de valoración energética (E).

El primero de los métodos proporciona en realidad, una valoración estimativa de la fitomasa del pastizal (Point Quadrat), frente el segundo que realiza una medición directa de la distribución y tamaño de las plantas (Point-Centred Quarter). Si a ello unimos que se realiza un muestreo específico de la flora forrajera al objeto de relacionar el fitovolumen de cada planta con su fitomasa forrajera (simulada por corte), la preferencia de un método sobre otro dependerá de cada casuística. El 1º es un método de menor precisión y mayor rapidez, adecuado a la evaluación de áreas extensas pero vulnerable a la diversidad de biotipos (sobrestima la **contribución específica** de las herbáceas frente a los matorrales y subestima la de suculentas).

Capacidad sustentadora de “Los Pajares”:

El cálculo concierne a la totalidad de las áreas de matorral y Chumberal, que son las áreas de pastoreo. Se ha valorado la incidencia de cada pasto en función de su tamaño.

CAPACIDAD SUSTENTADORA	
Condiciones:	ANUAL
MANTENIMIENTO	1.04
PRODUCCION	0.72

- Cálculo de la Carga real de la finca:

Superficie de Pastos: 111.0253 ha

Cabezas de ganado: 75

Carga real: 0.68 cabras/ha

Las cifras muestran que la carga real de la finca es ligeramente inferior a la capacidad sustentadora, calculada por nosotros en el supuesto de producción (0.72).

CONCLUSIONES

1.- El **Point Quadrat** es un método de menor precisión pero de mayor rapidez. Sin embargo, necesitaría un ajuste por biotipos o una correlación con métodos más finos (extractivos).

2.- **Point-Centred Quarter** es un método mucho más laborioso, pero más adecuado en estudios de pequeña escala. Comporta una medición directa del

forraje en campo y, su integración junto a la valoración nutritiva de la flora muestreada, hace de él un método muy ajustado al detalle de nuestro estudio. Sus estimaciones de **Capacidad Sustentadora** son más conservadoras que el anterior.

3.- Los estudios realizados sobre la evolución del paisaje en el área de estudio "Los Pajares" (años 1956, 1977, 1988) y los datos contrastados de Carga Ganadera (0.68) "versus" Capacidad sustentadora (0.72), evidencian la compatibilidad de las prácticas ganaderas con la recuperación de la cubierta vegetal.

BIBLIOGRAFIA

AGUILERA, J.F.; PRIETO, C. y FONOLLA, J. (1990). Protein and energy metabolism of lactating granadina goats. *British Journal of Nutrition*. 63:165-175.

AGUILERA, J.F.; LARA, L.; MOLINA, E. y PRIETO, C. (1991). Energy Metabolism of the grazing Granadina goat at fasting and maintenance. *Small Ruminant Research*. 5: 109-115.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (1980). *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Shough: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351 p.

COTTAN, G. y CURTIS, J.T.(1949). A method for making rapid survey of woodlands by selected trees. *Ecology*. 30: 101-104.

COTTAN, G. y CURTIS, J.T.(1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*. 37: 451-460.

DAGET, PH. y POISSONET, J.(1971). Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Ext. Ann. Agron*. 22(1): 5-41.

GARCIA BARROSO, F.(1991). *Estudio sobre el comportamiento alimentario y social de la cabra domestica en el sureste árido español*. Tesis Doctoral. Univ. Granada.

GODRON,M.(1968) Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. *Oecol. Plant*. 3: 185-212.

PASSERA, C.B. y BORSETTO, O (1983). Determinación del Índice de Calidad Específico. *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*. FAO/IADIZA. Mendoza. 80-84. Mendoza. Argentina.

PASSERA, C.B.; DALMASSO, A.D. y BORSETTO, O. (1983). Método de Point Quadrat Modificado. *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*. FAO/IADIZA. Mendoza. 71-79. Mendoza. Argentina.

PRIETO, C.; AGUILERA, J.F.; LARA, L. y FONOLLA, J.(1990). Protein and energy requirements for maintenance of indigenous Granadina goats. *British Journal of Nutrition*. 63: 155-163.

ROBLES, A.B.(1991). *Evaluación de la oferta forrajera y Capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido en el Sudeste Ibérico*. 9 microfichas. Serv. Publ. Univ. Granada.

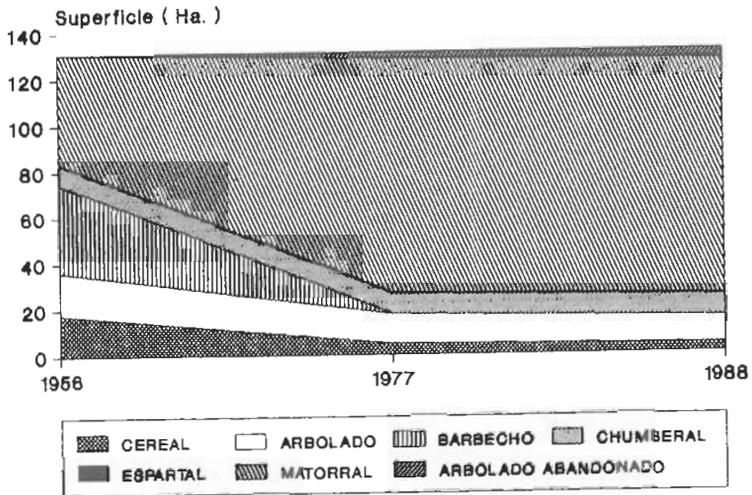
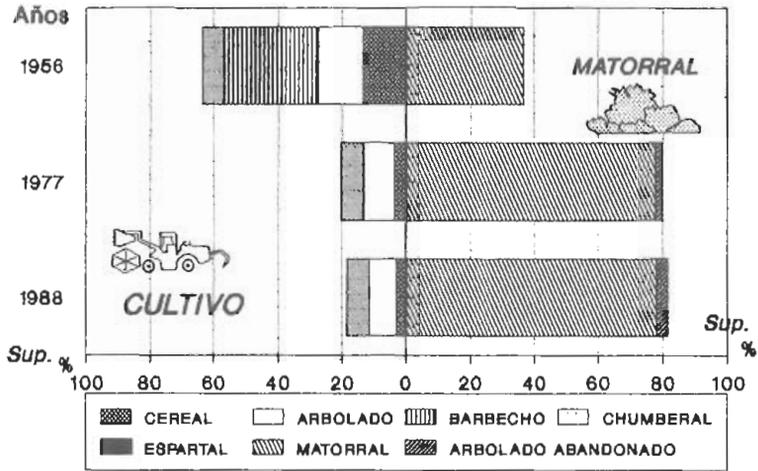
ROBLES, A.B., G.—REBOLLAR,J.L.; MORALES,C. y BOZA, J.(1991). "Evaluación de la fitomasa en comunidades arbustivas de interés ganadero del S.E.

árido español: experiencia piloto "Los Pajares" (Benizalón, Almería)". XXXI Reunión Científica S.E.E.P. Consejería de Cultura. Murcia. 163-170.

SOMLO, R.(1989). *Aportes metodológicos para el estudio de hábitos dietarios de caprinos en zonas áridas*. Master of Science. CIHEAM. Zaragoza.

TILLEY, J.M.A. y TERRY, R.A. (1963). A two stage technique for the "in vitro" digestion of forages crops. *J Br.Grass.Soc.* 18: 104-111 .

Fig. 1
Evolución del Uso de la Tierra "Los Pajares". Años 1956, 1977, 1988



EVALUACION PASTORAL Y CAPACIDAD SUSTENTADORA DE LOS PASTOS MONTANOS DEL PARQUE NATURAL DE LA SIERRA DE CASTRIL

Carlos Bernardo Passera* y Liliana Inés Allegretti*
(* Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.) Granada

INTRODUCCION

La actual política agraria española para zonas desfavorecidas de montaña, hace fundamental hincapié en la conservación y protección de los espacios naturales, con la consiguiente revalorización de los mismos, y del papel conservacionista de los agricultores y/o ganaderos (Gómez et al. 1987). Dicha política se encuadra dentro de las normativas que a ese efecto tiene la CEE: "no se puede conservar la cubierta vegetal y la naturaleza en su conjunto sin la presencia de una población suficiente en el medio rural, con un nivel adecuado de servicios e ingresos". (Navas, 1989).

Estas políticas de protección han permitido la creación de espacios protegidos, como los Parques Naturales, que solamente en Andalucía representan un 17% de su territorio (Junta de Andalucía, 1990).

La puesta en marcha de los Parques Naturales se realiza a través de planes de desarrollo integral (ecodesarrollo). El objetivo primordial se dirige a dinamizar y racionalizar las estructuras socio-económicas de las comarcas incluidas en los Parques Naturales, y zonas de influencia (Junta de Andalucía, 1990). Teniendo en cuenta que, esas actividades económicas deben permitir mantener los procesos ecológicos esenciales, preservar la diversidad genética y asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y de los sistemas.

Ninguna planificación debe olvidar que es el hombre el que realiza un mal uso de los recursos naturales, y que sólo él puede solucionar los problemas que eso ocasiona.

La ganadería extensiva (especialmente la caprina y ovina) es, dentro de los parques naturales, una de las principales actividades económicas que se vienen desarrollando desde hace décadas. En estos ambientes suele combinarse su fra-

gilidad natural con presiones excesivas en el uso de la tierra. Sin embargo, el Informe 89, en el marco de las consecuencias del Mercado Unico Europeo en el medio ambiente de Andalucía, expone que: "a nivel regional la ganadería extensiva presenta un modelo ecológicamente estable, existiendo únicamente riesgo de sobreexplotación de pastizales por rotaciones inadecuadas, y exceso de carga ganadera, y que las mejores expectativas para la ganadería están centradas en la modernización y promoción del ganado autóctono en régimen extensivo".

De acuerdo con las políticas mencionadas, la Agencia de Medio Ambiente de Andalucía ha creado, dentro del territorio de la provincia de Granada, cinco parques naturales y aprobado el inventario de sus recursos. En este caso nos ocupa el Parque Natural de la Sierra de Castril, creado el 18 de julio de 1989, con los siguientes objetivos:

- . Protección y conservación del medio natural
- . Progreso económico y social de sus pueblos
- . Disfrute de sus valores naturales y culturales a través del fomento de su uso turístico, recreativo y educativo.

En el ámbito del Parque Natural, sus pobladores y los de la Villa de Castril, vecina del mismo, realizan desde antiguo diversas actividades productivas: agrícolas, forestales y ganaderas.

En la escritura de transacción de 1893 entre los antiguos dueños del Señorío de Castril y los vecinos de dicha Villa, consta que los pastos de este término municipal son propiedad de los mismos. Actualmente estas zonas se encuentran dentro de los límites del Parque. Este hecho hace difícil a la Administración el control de los recursos pascícolas, pudiendo producirse desequilibrios entre la capacidad sustentadora o receptividad de estos ambientes, y la carga ganadera a que son sometidos. Este desequilibrio puede traducirse en disminución de la cobertura forrajera, principalmente de los pastos más buscados por el ganado, pudiendo en situaciones extremas producirse una pérdida total de la vegetación.

El proyecto dirige sus objetivos a la evaluación pastoral, al análisis de la situación ganadera actual, y a la determinación de la capacidad sustentadora del área.

El diagnóstico del verdadero impacto del pastoreo sobre las principales comunidades forrajeras, su potencialidad de recuperación y fragilidad, junto a la capacidad productiva de las especies (bajo pastoreo y excluidas del mismo), son elementos de juicio imprescindibles para una correcta planificación y ordenación de las áreas ganaderas. Algo que todo organismo rector de Espacios Naturales Protegidos debe conocer.

AREA DE ESTUDIO

El parque se ubica al norte de la provincia de Granada, constituyendo una continuación del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas.

Tiene una superficie de 12.215 ha, incluidas en el Término Municipal de Castril, cuya cabecera es Castril de la Peña.(Figura N 1) .

Las precipitaciones son mayores en los sectores más elevados del Parque: los datos pluviométricos en la Villa de Castril muestran un promedio anual de 400-450 mm, en tanto en la estación de El Nacimiento, ubicada en el centro del Parque, los valores promedios llegan a 750-800 mm/año.

Las sierras que lo integran, forman parte de un conjunto de alineaciones montañosas de disposición NE-SO, que constituyen el extremo nororiental de la Cordillera Subética.

Desde el punto de vista de su topografía, el área se estructura en torno a un eje central, constituido por el cauce principal del río Castril. Este nace en el extremo noroeste y lo atraviesa en sentido NE-SO. A ambos lados de este eje, se elevan las Sierras de Castril, Sierra Seca y otras menores, con altitudes entre los 1800 y 2000 metros. Las sierras presentan una topografía muy accidentada con fuertes pendientes, collados y paredes verticales de gran altura (AMA, 1991).

VEGETACION

La elaboración de cartas de capacidad sustentadora o receptividad de un área determinada, requiere conocer cuál es la oferta forrajera, qué especies la componen, su productividad anual y estacional, valor nutritivo, ciclos de crecimiento, tipos biológicos, etc.

Estos estudios se llevarán a cabo siguiendo la metodología que proponen autores como Passera,C. et al. (1983), Robles,A. (1990), Gastó,J. (1979), Etienne,M. et al. (1982), a través de:

- Revisión bibliográfica
- Recopilación de trabajos previos y material de estudio:
 - . Cartas topográficas 1:25.000
 - . Fotografías aéreas: 1:25.000 y 1:10.000
 - . Imágenes Landsat
 - . Datos climatológicos
 - . Cartas geológicas 1:50.000
 - . Inventarios florísticos
 - . Cartas de vegetación 1:50.000
- Análisis territorial, tipificación y Unidades de Paisaje:
 - . Fotointerpretación
 - . Comprobación "In Situ" de las unidades y sus límites
 - . Caracterización en campo de las unidades. Esto comprende: fisiografía; exposición; pendiente; pedregosidad/rocosidad; erosión; usos del suelo; vegetación actual; índice de recubrimiento; grado de artificialización de la vegetación.
- Diseño del muestreo forrajero

- Estudio forrajero:
 - . Catálogo forrajero
 - . Preferencia animal
 - . Caracterización de pastizales
 - . Determinación de fitomasa forrajera
- Determinación del valor nutritivo de forrajeras:
 - . Muestreo por cosecha de fitomasa forrajera
 - . Desecado y análisis de laboratorio y consulta con valores de bibliografía
 - . Determinación de la energía disponible por unidad de peso seco.

El estado actual de los trabajos sobre vegetación en el Parque, se encuentra en las etapas de revisión bibliográfica y recopilación de estudios. Según Rivas Martínez (1987), y AMA (1991), se han determinado los siguientes pisos bioclimáticos.

Piso Oromediterráneo: Se extiende por encima de los 1600-1800 metros de altitud, las condiciones climáticas para el crecimiento y desarrollo de los vegetales son muy duras: bajas temperaturas invernales, coincidentes con el periodo de precipitaciones, veranos secos y calurosos.

La comunidad climácica es un bosque de pinos laricio o salgareño (*Pinus nigra*), con un estrato arbustivo de sabinas y enebros rastreros (*Juniperus sabina* y *Juniperus communis*).

Entre las especies de valor forrajero se pueden mencionar: *Aegilops geniculata*, *Bromus tectorum*, *Bromus hordeaceus*, *Avenula pauneroi*, *Santolina elegans*, etc.

Piso Supramediterráneo: Se presenta entre los 1400 y 1600 metros de altitud, la comunidad climácica en la antigüedad estaba representada por la encina (*Quercus rotundifolia*), y por quejigos (*Quercus faginea*), en la actualidad estas son las áreas ocupadas por reforestaciones, principalmente de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

Este ambiente es el de mayor extensión en el Parque, y de mayor importancia desde el punto de vista forrajero.

Donde fueron taladas las antiguas formaciones, actualmente se encuentran otras comunidades colonizadoras que resultan de gran importancia para el control de la erosión, sobre todo en zonas con elevada pendiente.

La deforestación de zonas más llanas, con suelos ricos en materiales finos y menos susceptibles de erosión, genera prados formados por especies anuales de gran valor forrajero como: *Trifolium campestre*; *Trifolium glomeratum*; *Trifolium scabrum*; *Trifolium stellatum*, *Medicago geniculata*; *Medicago minima*; *Medicago orbicularis*; *Aegilops geniculata*; *Bromus hordeaceus*; *Bromus madritensis*, etc.

Piso Mesomediterráneo: Ocupa la zona de menor altitud del Parque, desde los 850 a los 1400 metros, y es el sector más seco. La comunidad climácica

correspondería a un encinar de *Quercus rotundifolia*, actualmente sumamente alterado.

A lo largo del curso del río Castril, se encuentra la zona de cultivos, principalmente hortícolas y frutales. Cuando éstos son abandonados, los terrenos pueden verse invadidos por especies de valor forrajero como: *Melilotus indica*, *Medicago sativa*, *Cychorium intybus*, *Chenopodium album*, especies del género *Bromus*, etc.

El matorral está integrado por un gran número de especies subarborescentes y herbáceas, entre las que se mencionan: coscoja (*Quercus coccifera*); espino negro (*Rhamnus oleoides*); majuelo (*Crataegus monogyna*); retama (Retama sphaerocarpa), esparto (*Stipa tenacissima*), dactilo (*Dactylis glomerata*), romero (*Rosmarinus officinalis*), aulagas (*Ulex parviflorus* y *Genista scorpius*), tomillos (distintas especies del género *Thymus*), etc. Estas especies seriales también poseen un claro valor forrajero; su capacidad sustentadora será evaluada en función del riesgo que pudiera implicar su aprovechamiento.

Situación ganadera actual

El estudio de la situación ganadera actual, permitirá diagnosticar la principal problemática del sector. El mismo incluye aspectos técnicos y socio-económicos como: determinación de la carga ganadera actual, especies animales más importantes, composición de los rebaños, determinación de los requerimientos nutricionales, manejo reproductivo del ganado, estado sanitario, épocas y áreas de pastoreo, productividad animal, infraestructura pecuaria, nivel educacional del ganadero, perspectivas futuras de la actividad, precios zonales de los productos, vías y mercados de comercialización, etc.

Para la obtención de los datos, se censaron los ganaderos mediante encuestas directas en campo. Junto con la documentación proporcionada por la Junta de Andalucía, se obtuvieron los resultados que a continuación se consignan, quedando el análisis del resto de la información para su tratamiento futuro.

En el Término Municipal de Castril, (año 1991), existen 165 ganaderos, cuya ganadería total está compuesta por 18.609 ovinos y 5.296 caprinos. Del total de ganaderos, sólo 120 utilizan áreas de pastoreo en el Parque, estando su ganadería formada por un total de 15.928 ovinos y 4.665 caprinos (se incluyen machos y hembras adultos, primas, borregos y chotas).

El estudio se completa con los cálculos de la carga ganadera en pastoreo extensivo (Martín Bellido et al. 1986), y con el cálculo de los requerimientos energéticos anuales, individuales y del rebaño, expresados en Kcal.EM/año, (según la metodología de Rickards y Passmore 1972, y las adaptaciones de Bellido et al. 1986).

Capacidad sustentadora

Esta parte del estudio será completada durante el año 1992, siguiendo los pasos metodológicos que a continuación se detallan:

- Determinación de los requerimientos energéticos de la ganadería que pastorea en el área (para su cálculo se tendrá en cuenta la carga ganadera actual y composición de la misma, los valores serán afectados por el costo energético por pastoreo según Prieto et al. 1991).

- La capacidad sustentadora de cada unidad pascícola, se determinará en función de la producción de materia seca anual de los pastos por unidad de superficie, y de su valor nutritivo y energético. Esta metodología se explica acabadamente en "Evaluación de la capacidad sustentadora en diferentes comunidades vegetales del sudeste español: experiencias "piloto", de A.B.Robles, en esta misma publicación.

Recomendaciones de uso

Las necesidades energéticas del ganado serán contrastadas con la oferta que, para cada unidad de paisaje y época del año, producen los pastos. De esta manera quedarán en evidencia aquellas áreas donde existe o no equilibrio entre la oferta y demanda de forraje.

En una etapa final, donde se sintetizarán los resultados de los estudios efectuados, se elaborarán recomendaciones de uso, con la finalidad primordial de señalar y proteger aquellas zonas sobrepastoreadas.

Comentarios finales

La importancia de este tipo de estudios ha trascendido el grupo docente y académico en el que venimos trabajando. Es ahora la Junta de Andalucía, a través de la Agencia de Medio Ambiente, quien nos propone este nuevo reto; propuesta que, auspiciosamente, viene a satisfacer necesidades señaladas para otros parques naturales del territorio español. "A estas alturas no existe todavía una cartografía adecuada a las necesidades de gestión o que sirva para calcular con garantías la capacidad de carga ganadera, a pesar de que ya se prometía un plan especial para este uso en el primer Plan Rector del Parque (1984)", escribe González (1991), refiriéndose al Parque Nacional de Doñana.

Por ello es nuestra intención no sólo responder a las incógnitas que nos plantea este trabajo en concreto, sino obtener bases metodológicas extrapolables, que sean de utilidad para realizar estudios de esta naturaleza en otros Parques Naturales.

BIBLIOGRAFIA

AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCIA. (1991). Avance de planificación. Los Parques Naturales de la provincia de Granada, Sierra de Castril. Análisis del medio ambiente. 30pp. Madrid.

BELLIDO, M.M.; ESPEJO DIAZ, M.; PLAZA GONZALO, J. Y LOPEZ CARRION, T. (1986). Metodología para la determinación de la carga ganadera de pastos extensivos. Colección: Monografías INIA, N^o 57.

ETIENNE, M. Y PRADO, C. (1982). Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. 120 pp. Universidad de Chile. Santiago de Chile.

GASTO, J. (1979). Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. 573pp. Ed.Universitaria Santiago de Chile.

GOMEZ, C.; RAMOS, E. Y SANCHO, R. (1987). La política socioestructural en zonas de agricultura de montaña en España y en la C.E.E. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. 178pp. Madrid.

GONZALEZ FARACO, J.C. (1991). Consecuencias sociales de la creación de un espacio protegido. Quercus N^o 69 :22-25.

JUNTA DE ANDALUCIA CONSEJERIA DE CULTURA Y MEDIO AMBIENTE, AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE (1990). Informe 89 sobre Medio Ambiente en Andalucía. 365pp. Sevilla.

NAVAS, A. (1989). El sector forestal y la C.E.E. Serie: "Comunidad Económica Europea". MAPA. ICONA. 387 pp. Madrid.

PASSERA, C.B.; DALMASSO,A.D. Y BORSETTO,O. (1983). Método de Point Quadrat modificado. Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas FAO/IADIZA. Mendoza. 71-79. Argentina.

PRIETO, C.; SOMLO, R.; BARROSO, F.G. Y BOZA, J. (1991). Estimación del gasto energético de la cabra en pastoreo. I El costo de la locomoción. Archivos de Zootecnia 40:55-72.

RICKARDS,P.A. AND PASSMORE, (1972). Planning for profits in livestock grazing systems. Ed.Agricultural Business Research Institute. University of New England. Armidale NSW. Australia.

RIVAS MARTINEZ,S. (1987). Mapa de las series de vegetación de España. ICONA. Madrid.

ROBLES,A.B. (1990). Tesis Doctoral. Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido de sureste Ibérico. Universidad de Granada. Facultad de Ciencias.

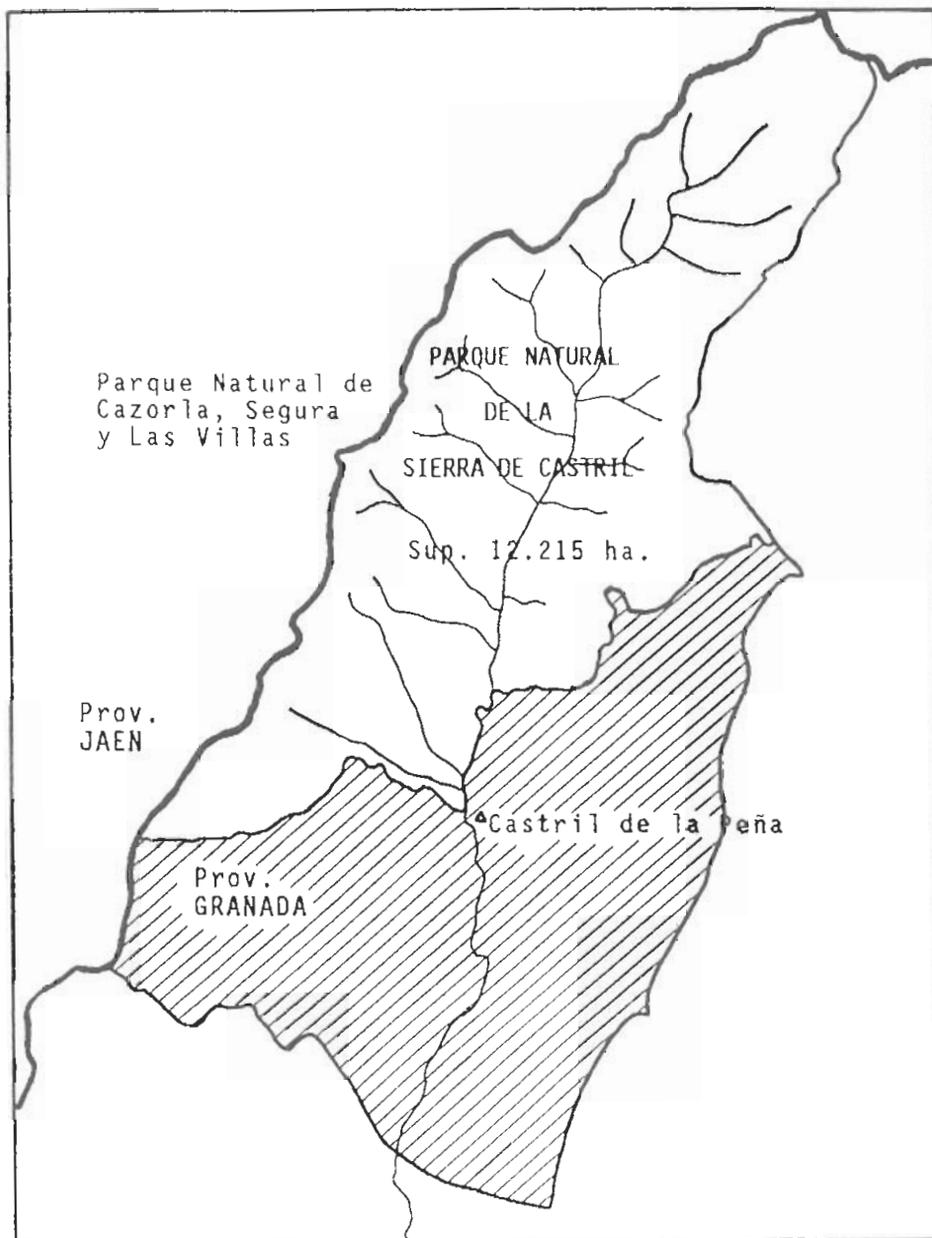


Fig. 1
Ubicación del Parque Natural dentro del término municipal de Castriil

EVALUACION DE LA CAPACIDAD AGROSILVOGANADERA EN PARQUES NATURALES. PARQUE NATURAL DE LA SIERRA DE GRAZALEMA

J.Guerrero * ,J. Gastó **, P. Fernández *

* Dpto Producción Animal ETSIAM Apdo 3048 14080 Córdoba

** Dpto Zootecnia. Pontificia Universidad Católica de Chile

ANTECEDENTES

El ecosistema mediterráneo es muy inestable y está sometido a continuos cambios. Una explotación por encima de su capacidad, ha llevado a la degradación actual donde nos encontramos áreas casi desprovistas de vegetación, suelos erosionados con largos plazos de recuperación. Por el contrario un uso reducido, hace que el ecosistema mediterráneo entre en ciclos de acumulación de biomasa combustible, aumentando el riesgo de incendios de difícil control y en general, disminuyendo la capacidad de canalización antrópica de los recursos. El uso racional es la única medida de conservación. Establecerlo exige una importante cantidad de información, de conocimientos técnicos y de elementos de decisión, hecho que ha motivado en los últimos tiempos, una preocupación por mejorar la información del territorio.

La Agencia del Medio Ambiente ha trabajado, desde su creación, en el desarrollo de un sistema de Información Ambiental para la región andaluza, SinambA, el cual fue concebido como un instrumento capaz de proporcionar al gestor del medio ambiente la información necesaria para llevar a cabo una evaluación de los problemas y potencialidades. Así, se comenzó a levantar información diversa del territorio empleando escalas de reconocimiento para el conjunto de la región y descendiendo a escala de detalle para áreas de especial interés ambiental, dentro de las cuales se encuentran los Parques Naturales. Esta escala de detalle, presenta una resolución adecuada para proporcionar información de un gran número de variables incidentes en la actividad agraria; sin embargo, aunque se está haciendo un gran esfuerzo de acopio de información y de mejora de las herramientas de captura, no se están desarrollando con igual intensidad, los mecanismos de utilización, gradientes de generalización, etc.

Para profundizar en estos últimos aspectos se ha firmado un convenio de colaboración entre la Agencia del Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y el Grupo de Investigación Zootecnia de la Universidad de Córdoba.

OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto de investigación es desarrollar modelos de uso de información agrosilvopastoral en Parques Naturales.

Particularmente, este objetivo se concreta en:

- Estudio del tipo y orientación de la información contenida en el SinambA referente al Parque Natural.
- Análisis crítico de la utilidad de la información para la toma de decisiones y cuantificación de distintos procesos, definiéndose igualmente vacíos de información.
- Desarrollo de un modelo de producción forestal (corcho, madera, fruto y ramón)
- Desarrollo de un modelo para el cálculo de la capacidad sustentadora.

MATERIAL Y METODO

El área de estudio se circunscribe al Parque Natural de la Sierra de Grazalema con un total de 51.695 ha, por ser el Parque Natural que dispone actualmente de mayor cantidad de información ya levantada. El tiempo disponible para la realización del trabajo es de 12 meses.

El punto de partida es la tipificación territorial, en la que se delimitarán unidades homogéneas a partir de fotografías aéreas escala 1/12.000.

Se procederá después a una comprobación en campo haciendo las oportunas correcciones. Para obviar los problemas de métrica de las fotografías, se trasladarán estas unidades homogéneas a una imagen satélite color corregida geométricamente a escala 1/25.000 y se procederá a su digitalización, con lo que fácilmente estará resuelto el problema de cuantificación de superficie y se agilizará el tratamiento de la información gráfica.

De cada unidad se recogerá información referente a aspectos biogeoestructurales como:

- Situación fisiográfica
- Exposición
- Pendiente
- Pedregosidad y/o rocosidad
- Textura-profundidad
- Hidromorfismo
- Periodo de inundación
- Usos
- Erosión tipo y grado
- Vegetación, considerando tres estratos:

- 1.- estrato arbóreo:
 - Fracción de cabida cubierta
 - Densidad
 - Especies dominantes
 - Estado
 - Índice de regeneración
- 2.- estrato arbustivo
 - Cobertura
 - Especie dominante
 - Estado
- 3.- estrato herbáceo
 - Cobertura
 - Composición
 - Estado.

A continuación se levantará información tecnoestructural recogiendo, red vial, cercados, elementos de manejo y construcciones, anotando para cada una de estas unidades aspectos como:

- Tipo
- Tamaño
- Uso
- Condición

Se incluirá también información catastral referente a la propiedad en el Parque y a la hidrografía, tanto natural como artificial.

Siempre que nos sea posible, estas bases de datos se rellenarán a partir de información suministrada por la Agencia del Medio Ambiente; los vacíos de información se levantarán con trabajo de campo.

Como material utilizaremos la Información digital contenida en el SinambA correspondiente al Parque de Grazalema:

- Modelo digital del terreno
- Base de datos de suelo georreferenciada
- Inventario forestal.
- Vuelo fotogramétrico infrarrojo color escala aproximada 1/12.000 de Julio de 1989
- Imagen satélite color 1/25.000 (TM)
- Información cartográfica digital
- Información catastral
- Datos meteorológicos de observatorios situados en el Parque o en zona de influencia .
- Datos de aforos en ríos o embalses
- Otros datos existentes que sean de utilidad.

PROPUESTA

Esta presentación se centrará específicamente en las propuestas realizadas para conseguir los objetivos de modelizar la capacidad sustentadora.

La amplitud de la zona, el tiempo disponible y la alta variabilidad vegetacional con distintas potencialidades, a menudo sin determinar para muchas especies, no hace posible realizar una estima de la producción vegetal con una gran fiabilidad, ya que esto implicaría la realización secuencial de muestreos, el uso de parcelas de exclusión, ensayos de calidad nutritiva, etc.

Se propone, pues, una estrategia que permita estimar de forma aproximada dicha oferta y que ya se utilizó en el trabajo realizado en los Montes de Propios de Alcalá de los Gazules.

Se subdivide el sistema en tres estratos principales: arbóreo, arbustivo y herbáceo asignándose a cada uno de ellos una curva anual de biomasa, energía y proteína en función de las características físicas y vegetacionales de su unidad correspondiente. Se tratará de identificar y cuantificar variaciones de las distintas curvas debidas a factores climáticos .

Para el cálculo de la capacidad sustentadora se analizará para la fauna doméstica las necesidades energéticas y proteicas de un rebaño tipo. Para la fauna silvestre se considerará también la viabilidad del hábitat. Ahora bien, desde el punto de vista de la carga ganadera en condiciones reales, es imprescindible cuantificar además de la oferta de biomasa, aspectos como la disponibilidad de agua, cercas, caminos, posibilidad de alimentación suplementaria, número real de animales presentes, sistema de manejo, etc, por lo que será imprescindible la información recogida sobre elementos tecnoestructurales, hidrográficos y catastrales.

Con el objeto de ilustrar la propuesta realizada anteriormente se presentan algunos de los resultados obtenidos en el estudio de los Montes de Propios de Alcalá de los Gazules.

La superficie total de la zona de estudio era de 6.107 Has. repartidas en nueve fincas bajo una linde común y catalogadas como montes de utilidad pública, siendo el ayuntamiento de Alcalá de los Gazules propietario de suelo y vuelo en ocho de las nueve fincas .

Se realizó el análisis de la zona delimitando unidades homogéneas en gabinete y comprobándolas en campo. Superponiendo esta información a la catastral se obtuvieron unidades homogéneas para cada una de las fincas; así por ejemplo, la finca Sauzal, de 1116 has, quedó dividida en 30 unidades, con superficies que oscilaban entre 1.9 Has (unidad 199) y 104 Has (Unidad 186).

El cálculo de la oferta de biomasa se realizó por separado para cada uno de los estratos. De esta forma, para el estrato arbóreo alcornocal se consideraron los parámetros de estado, densidad y se recurrió a datos bibliográficos referentes a:

- Producción media de bellota y materia seca para alcornocales, según su estado y densidad.
- Variación de la producción a lo largo del año.

- UFL para la bellota de alcornoque
- MND para la bellota de encina ya que no se disponía de datos para la bellota de alcornoque.

Para el cálculo de la carga ganadera, nos encontramos con serios problemas de información pues no se conocían los censos de fauna doméstica ni silvestre. Se hicieron propuestas metodológicas para rellenar este vacío de información tales como:

- Control de las subastas de pastos y número de animales asignados a cada lote.
- Pesadas de los animales al comienzo y final de la época de pastoreo
- Detección de síntomas de sobrepastoreo.
- Control de capturas en monterías.
- Controles de avistamiento
- Control de los desmogues

Esto nos permitirá una aproximación más fina a la carga real, que junto a la oferta de biomasa, posibilidades de alimentación suplementaria y elementos tecnoestructurales, determinarán el sistema de manejo más apropiado.

COMPARACION DE LA DIETA DE RUMIANTES DOMESTICOS Y SALVAJES EN LA SIERRA DE CAZORLA

Cuartas P.Estación* García-González R.

*Experimental Zonas Aridas

C.S.I.C.C/ General Segura nº1. 04001. Almería

* Instituto Pirenaico de Ecología.C.S.I.C. Apdo. 64. 22700. Jaca

INTRODUCCION

En los últimos años ha crecido el interés por discernir el papel que juegan los herbívoros en el mantenimiento de las comunidades vegetales. Los herbívoros, tanto si son grandes como pequeños e independientemente de la densidad en la que se encuentran, ejercen una influencia sobre el sistema, alterando la estructura, diversidad y productividad del mismo.

Los pastos de las áreas de montaña mediterránea han sido tradicionalmente utilizados por el ganado. Hoy en día, algunas de estas áreas se han convertido en Parques Naturales ó Reservas, y, bajo un prisma conservacionista, se comparte el aprovechamiento cinegético, ganadero y forestal. Este aprovechamiento ha de ser racional, de modo que no cause daños en la vegetación (Plan Forestal Andaluz, 1989).

Los estudios sobre interacción planta-herbívoro, son muy variados e intentan responder a preguntas del tipo:

1- ¿Es el herbivorismo beneficioso o perjudicial para las plantas?. La respuesta no parece definitiva por el momento (Crawley, 1983; Belsky, 1986; McNaughton, 1986). Para algunos autores los herbívoros benefician a las plantas, incrementando la producción de frutos, semillas, brotes o de la biomasa en general, o bien, aumentando el aporte de nutrientes en el suelo; en el otro extremo muchos estudios de sistemas agrícolas y unos pocos sobre sistemas naturales, apoyan la idea de que los herbívoros afectan negativamente a las plantas, limitando su propagación, reduciendo el potencial reproductivo o modificando su capacidad competitiva. Entre ambos extremos hay estudios que sostienen que los herbívoros tienen un efecto neutro sobre las plantas, debido a la capacidad de las mis-

mas de reemplazar ciertos tejidos tales como los meristemáticos y las hojas jóvenes (Maschinski and Whitham, 1989).

2- ¿Cómo modifican los herbívoros la arquitectura de la planta? Un efecto conocido es el desarrollo de meristemas laterales cuando los apicales son destruidos. También se sabe que la defoliación intensa produce una reducción del área foliar y un aumento de la espinosidad (Cuartas and García-González, 1991). En general, el impacto que los herbívoros producen en las plantas, depende del tiempo del herbivorismo, del tipo de tejido dañado y de factores ambientales (Maschinski and Whitham, 1989).

3- En relación con las teorías coevolutivas: ¿cómo influye una especie en la evolución de otras con las que interacciona?. Por ejemplo, muchas plantas han desarrollado defensas químicas y físicas contra gran diversidad de insectos y muchos insectos han adquirido la capacidad de destoxificarse de un amplio rango de productos químicos (Rosenthal and Janzen, 1979).

4- Respecto a las teorías de forrajeo óptimo: ¿cuál es la estrategia que adoptan los herbívoros para conseguir una dieta óptima?: a) -maximizar la tasa de energía consumida. b)-Seleccionar un balance de nutrientes adecuado. c) -Evitar toxinas (Ellis et al. 1976).

5- Respecto a los factores que influyen en la selección de la dieta: ¿Cómo influyen los factores relativos a las plantas, a los animales y al medio ambiente? (Ellis et al. 1976).

6- ¿Es el reparto de recursos tróficos un mecanismo para reducir la competencia entre especies?. ¿Qué estrategia alimentaria desarrollan los animales en épocas de escasez de alimento? o ¿cuál es el efecto de las especies exóticas sobre las autóctonas? (Jenkins and Wright, 1987).

7- ¿Cual es el impacto de los herbívoros en la vegetación?

8- ¿Cual es la capacidad sustentadora del medio?.

Como vemos hay muchos interrogantes a resolver sobre las relaciones entre plantas y herbívoros y cada uno de ellos requiere a menudo investigaciones prolongadas. Nosotros hemos trabajado durante varios años en la Sierra de Cazorla, para intentar responder a alguna de estas preguntas. Así, dado que en la Sierra de Cazorla conviven 6 especies de grandes herbívoros (cabra montés, cabra doméstica, muflón, oveja, gamo y ciervo), hemos estudiado sus dietas durante dos años para determinar las relaciones o diferencias tróficas que pueden existir entre las distintas especies. Para ello hemos elegido tres zonas dentro del Parque con diferente densidad de herbívoros: Nava de San Pedro, La Cañada y

Linarejos. En concreto, en este trabajo expondremos las dietas de dos especies domésticas, pero en pastoreo libre, la cabra y la oveja, y las compararemos con las de sus parientes salvajes, la cabra montés y el muflón, con los cuales comparten las mismas áreas de pastoreo. El interés que pueden tener los resultados que expondremos, estriba en que visualizan las diferentes estrategias tróficas que adoptan especies muy próximas en condiciones naturales.

AREA DE ESTUDIO

Para realizar este estudio hemos elegido la zona de Nava de San Pedro, ya que es aquí donde coexisten herbívoros domésticos y salvajes. Las características de esta zona son:

Extensión: 2 km²

Altitud media: 1300 m

Vegetación: La vegetación pertenece al dominio supramesomediterráneo bético-basófilo del quejigo y de la encina (Rivas-Martínez, 1987). En general domina el pinar de *Pinus nigra* con encina y quejigo. Especies relevantes del matorral son: *Cytisus reverchonii*, *Berberis hispanica*, *Crataegus monogyna*, *Rosa pouzouinii*, *Rosa canina*, *Daphne gnidium* etc.

Densidad media: 210.8 anim/km² (cabra doméstica, cabra montés, muflón, gamo, ciervo y oveja)

METODOS

Muestreos de vegetación

1- Para estimar la vegetación herbácea, hemos utilizado el método de "Punta de la bota" (Dunbar, 1978).

2- Para estimar la vegetación leñosa, hemos utilizado el método de "Line-Intercept" (Lagory et al, 1985).

Combinando ambas estimas, hemos podido establecer la oferta vegetal disponible para los herbívoros (Cuartas y García-Gonzalez, 1991).

Análisis de las dietas

Para determinar la dieta de los herbívoros hemos utilizado la técnica micrográfica en el análisis de las heces (García-Gonzalez, 1984).

Censo de animales

Para determinar la densidad de animales presentes en cada zona, hemos combinado dos métodos de censo a) recorridos sistemáticos y b) puntos fijos de observación (Escos and Alados, 1988).

Cada uno de los muestreos mencionados (vegetación, excrementos y censos), se realizó durante tres períodos estacionales (mayo, septiembre y febrero) durante dos años consecutivos, totalizando 6 períodos de muestreo.

RESULTADOS

1- Cabra montés

La cabra montés consume una media anual de 60% de especies leñosas, 13.3% de herbáceas y 26.6% de gramíneas (fig 1). De las especies leñosas, destaca el consumo de *Quercus ilex* (20.4%), *Helianthemum sp* (8.3%), *Erinacea anthyllis* (9.6%), *Thymus zygis* (5%), *Pinus nigra* (4.5%) y *Cytisus reverchonii* (3.9%). De las gramíneas destaca el consumo de *Brachypodium Phoenicoides* (3.7%), *Helictotrichon filifolium* (6.7%) y *Festuca rubra* (1.6%)

En la variación estacional de la dieta, destaca el hecho de que *Q. ilex* apenas es consumido en mayo, en cambio en esta época, se consumen otras especies leñosas como *Erinacea anthyllis* (28%). En septiembre se incrementa mucho el consumo de *Q. ilex* (36.7%), manteniéndose en 24.6% en febrero. Respecto a las especies de herbáceas, en septiembre destaca el alto consumo de especies geófitas (13.35%) y de las gramíneas destaca el alto porcentaje de *Helictotrichon filifolium* (16.2%) consumido en febrero.

2- Cabra doméstica

La cabra doméstica consume una media anual de 97.9% de especies leñosas, un 0.6% de herbáceas y un 1.6% de gramíneas (fig 1).

Las variaciones estacionales en la dieta no son estadísticamente significativas. Las leñosas son el grupo de plantas más importante en la dieta de la cabra doméstica. El consumo de encina es de 32% en mayo, 70.6% en septiembre y 80.7% en febrero. El pino también está muy representado en la dieta de la cabra doméstica.

3- Muflón

El muflón consume una media anual de 40.3% de especies leñosas, 19% de herbáceas y 40.6% de gramíneas. De las especies leñosas las más representadas en la dieta fueron *Quercus ilex* (7.4%), *Pinus nigra* (11.8%), *Helianthemum sp* (5.9%), *Cytisus reverchonii* (6.9%). De las especies herbáceas, las más consumidas fueron las geófitas (12%) y de las gramíneas *Brachypodium phoenicoides* (10.6%) y *Festuca rubra* (9.2%) (fig 1).

Respecto a las especies leñosas, hay un aumento gradual del consumo de *Q.ilex*, *Pinus nigra* y *Cytisus reverchonii* de mayo a febrero, aunque el consumo de encina nunca llega a niveles muy altos (16.4% en febrero) al igual que el pino (16 . 5% en febrero) . De las especies herbáceas destaca el consumo de especies

geófitas en septiembre (26.6%) y de las gramíneas destaca el consumo moderado de *Brachypodium phoenicoides* y *Festuca rubra*.

4- Oveja

La oveja consume una media anual de 42 . 8% de especies leñosas, 7% de herbáceas y 50% de gramíneas. De las especies leñosas, las más representadas en la dieta fueron *Quercus ilex* (16%), *Pinus nigra* (12%), *Thymus zygis* (3.79%), *Cytisus reverchonii* (3.75%) y *Helianthemum sp* (3.28%). De las gramíneas destaca el consumo de *Brachypodium phoenicoides* (19.3%) (fig 1).

En la variación estacional de la dieta, destaca el bajo consumo de encina en mayo y en septiembre. En cambio, en febrero es elevado (38%). El pino es muy consumido en septiembre y febrero. De las gramíneas *Brachypodium phoenicoides* es muy consumido en las tres épocas del año estudiadas.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las especies del género *Capra* que coexisten en Cazorla, han tenido un antepasado común (*Capra aegagrus*), a partir del cual y por selección natural ha surgido la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y por selección artificial, la cabra doméstica (*Capra hircus*) (Clutton - Brock, 1987). En la Sierra de Cazorla, la cabra montés y la cabra doméstica tienen sólo un 39% de la dieta en común, siendo la cabra doméstica muy ramoneadora y la cabra montés comedora intermedia con tendencia a ser ramoneadora, en el sentido utilizado por Hofmann (1989) .

El origen del muflón no está muy claro, parece probable que su ancestro fuese (*Ovis orientalis*). (*Ovis musimon*) sería una especie relictas de la primera oveja doméstica que fue llevada a Europa por los granjeros del Neolítico. En otras zonas esta oveja daría lugar a la oveja doméstica (*Ovis aries*), pero en las islas mediterráneas de Córcega y Cerdeña, donde permaneció confinada en estado salvaje, dió lugar al muflón (Clutton-Brock, 1987) . En nuestra area de estudio, la oveja y el muflón tienen un 71% de la dieta en comun y ambos son clasificados como comedores intermedios con tendencia a ser pastadores, coincidiendo en esta ocasión con la clasificación de Hofmann (1989).

Así pues, parece que como consecuencia de la domesticación los animales son más especialistas en su dieta, pudiendo este hecho estar relacionado con una mayor relación volumen ruminal/tamaño corporal en los domésticos (Cuartas and García-González, 1991). De ser esto cierto, parece además, que la influencia de la domesticación en la dieta ha sido mucho más acusada en el género *Capra* que en el género *Ovis*.

Respecto a la vegetación, la encina es la especie leñosa que más consumen las cuatro especies de herbívoros, existiendo, no obstante, una variación estacional en su consumo. Los muestreos de la vegetación disponible para los herbívoros revelaron que la encina es también la especie más abundante en el

area de estudio entre el suelo y los dos metros de altura. El herbívoro que más incide sobre ella es la cabra doméstica (fig 1), sin embargo, en las condiciones particulares de esta zona, la oveja parece ejercer un impacto importante debido a su mayor abundancia.

BIBLIOGRAFIA

BELSKY A.J. (1986) . Does herbivory benefit plants? a review of the evidence. *The American Naturalist* . 127 (6): 870-892.

CLUTTON-BROCK J. (1987) . A natural history of domesticated mammals. Cambridge University Press. pp. 208.

CRAWLEY M.J. (1983) . Herbivory. The dynamics of animal-plant interactions. Anderson D.J., P. Greig-Smith and F.A. Pitelka (eds). Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 437.

CUARTAS P. and R. GARCIA-GONZALEZ (1991). *Quercus ilex* browse utilization by caprini in sierra de Cazorla and Segura (Spain). *Vegetatio* (in press).

DUNBAR R.I.M. (1978) . Competition and niche separation in high altitude herbivore community in Ethiopia. *East Afr . Wildl . J .* 16: 183-199 .

ELLIS J.E., J.A. WIENS, CH.F. RODELL and J.C. ANWAY. (1976). A conceptual model of diet selection as an ecosystem process . *J .Theor . Biol .* 60: 93-108 .

ESCOS J. and ALADOS C.L. (1988) . Estimating mountain ungulate density in Sierras de Cazorla y Segura. *Mammalia*. 52 (3): 385-389.

GARCIA-GONZALEZ R. (1984) . L'emploi des épidermis végétaux dans la détermination du régime alimentaire de l'isard dans les Pyrénées occidentales. *Documents d'Ecologie Pyrénéenne* . 3-4: 307-313 .

HOFMANN R.R. (1989) . Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*. 78: 443-457 .

JENKINS K.J. and R.G. WRIGHT (1988). Resource partitioning and competition among cervids in the northern rocky mountains . *J . Appl . Ecology* . 25: 11-24

JUNTA DE ANDALUCIA (1989) . Plan Forestal Andaluz Consejería de Agricultura y Pesca . Agencia Medio Ambiente pp . 389 .

LAGORY M.K., K.E. LAGORY and D.H. TYLOR (1985) . Winter browse availability and use by white-tailed deer in southeastern Indiana. *Journal of Wildlife Management*. 49 (1): 120-124 .

MASCHINSKI J. and T.G. WHITHAM (1989). The continuum of plant responses to herbivory: the influence of plant association, nutrient availability and timing. *The American Naturalist*. 134(1): 1-19.

McNAUGHTON S.J. (1986) . On plants and herbivores. *The American Naturalist*. 128(5): 765-770.

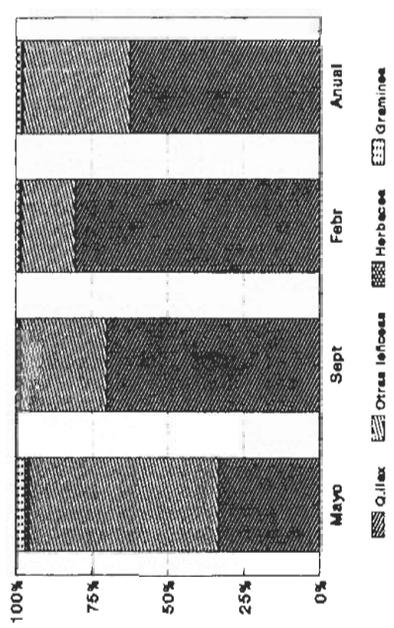
RIVAS-MARTINEZ S. (1987) . Mapa de las series de vegetación de España. Icona. Madrid.

ROSENTHAL G . A . and D . H . JANZEN (1979) . Herbivores . Their interaction with secondary plant metabolites. Rosenthal and Janzen (eds). Academic Press. New York (pp. 718).

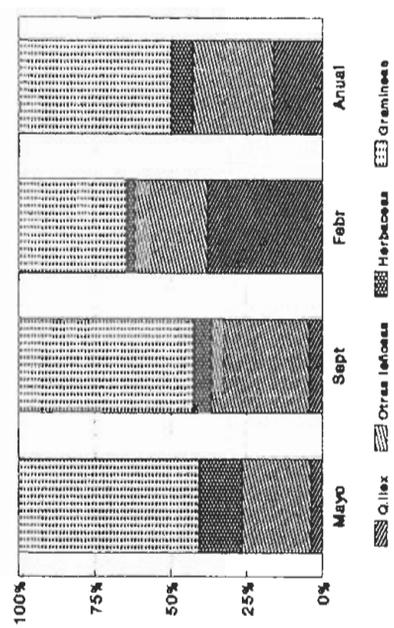
RESUMEN

Se ha comparado la dieta de cuatro especies de rumiantes que coexisten en la Sierra de Cazorla. Dos especies son domésticas pero que tienen un sistema de pastoreo libre (cabra y oveja) y las otras dos, salvajes (la cabra montés y el muflón). El objetivo de este trabajo ha sido visualizar las diferentes estrategias tróficas que adoptan especies muy próximas en condiciones naturales. Las dietas fueron estimadas con la técnica micrográfica del análisis de las heces. Los resultados muestran que la cabra montés y la cabra doméstica tienen un 39% de la dieta en común, siendo la cabra doméstica más ramoneadora que la montés. La oveja y el muflón tienen un 71% de la dieta en común; como consecuencia de la domesticación parece que los animales son más especialistas en su dieta. La encina es la especie leñosa que más consumen las 4 especies de herbívoros, existiendo no obstante, variación estacional en su consumo. El herbívoro que más incide sobre la encina es la cabra doméstica, sin embargo, en las condiciones particulares de la zona, la oveja parece ejercer un impacto importante debido a su mayor abundancia.

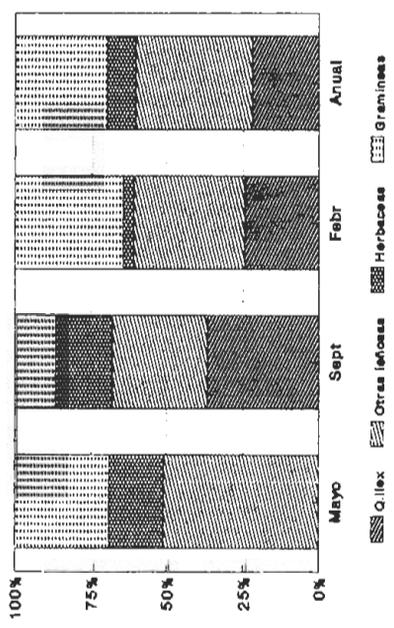
CABRA DOMESTICA



OVEJA



CABRA MONTES



MUFLON

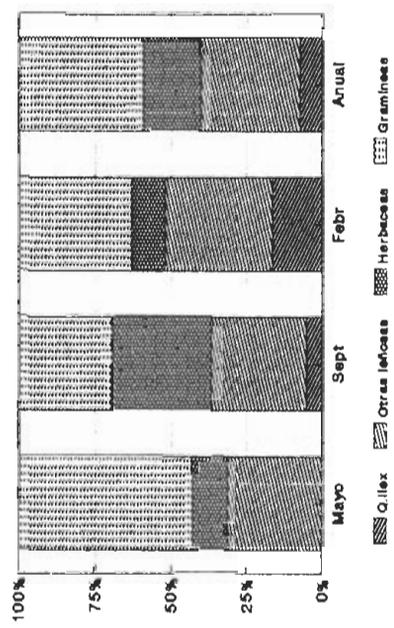


Fig.1: Variación estacional y promedio anual de las dietas de los cuatro rumiantes considerados

COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO Y SOCIAL DE LA CABRA DOMÉSTICA EN ZONAS ARIDAS (LUCDEME)

Fernando García Barroso.
Estación Experimental de Zonas Áridas (Consejo Superior de
Investigaciones Científicas).
C/General Segura 1. Almería 04001.

INTRODUCCION

La Comunidad Económica Europea cuenta con una población caprina cercana a los 13 millones, de las cuales 3,5 millones corresponden a España, segunda nación por su censo después de Grecia. En nuestro país, según datos del EUROSTAT (1990), se ha producido un incremento del 5% en el número de cabezas de este ganado. En España, la región más importante es la de Andalucía oriental, seguida por la del Duero y la de Canarias.

Durante las dos últimas décadas parece renacer el interés por el ganado caprino, sobre todo en las zonas mediterráneas, ya que, según MORAND-FEHR (1982), su correcta explotación se puede constituir como el único método apto para extraer alguna rentabilidad a esas áreas marginales de escasa fertilidad y producción.

ARBIZA (1986) destaca que el hábito alimentario y su buena adaptabilidad a climas y hábitats inhóspitos son características que conducen a la cabra a sobrevivir, e incluso producir, en zonas donde difícilmente lo hacen otros herbívoros domésticos.

Pese a las ventajas de la producción caprina, especialmente en zonas áridas (BOZA, 1990), son pocos los trabajos aparecidos en la literatura científica sobre la cabra en pastoreo (PFISTER y MALECHEK, 1986); son, en cambio, abundantes los estudios que abordan el estudio del comportamiento alimentario del ganado vacuno y del ovino.

El conocimiento de los hábitos alimentarios del caprino es de gran importancia en orden a establecer estrategias de manejo que tiendan a mejorar el uso de los recursos naturales. Ello requiere el estudio de la composición botánica de la dieta y de las preferencias del animal y su variación a lo largo del año (SOMLO y col., 1981).

Las investigaciones sobre la ganadería se centran, fundamentalmente, en los problemas concenientes a la nutrición, reproducción y sanidad; sin embargo, es necesario conocer los mecanismos del comportamiento de los animales con objeto de desarrollar técnicas de manejo que permitan obtener tanto una producción óptima, así como lograr un mayor bienestar del rebaño (BOUISSOU, 1980).

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el cortijo de "Los Pajares", situado en el termino municipal de Benizalón (Almería), área representativa del sureste árido español.

La vegetación de la finca carece prácticamente de formaciones leñosas altas, estando sustituidas por matorrales de distinta composición según el tipo de sustrato, siendo el albaidal la comunidad mejor representada (ROBLES, 1990).

El rebaño de cabras constaba de ochenta individuos, en su gran mayoría predominaban las de la raza granadina. Se sigue un sistema de explotación semiextensiva, estabulándose a los animales por las noches, y cada mañana, después de ser ordeñadas, acompañadas por el pastor salen al campo hasta el anochecer.

La finca en donde el ganado sale a pastorear pertenece al propio pastor, y presenta una extensión de 130 ha.

En las épocas de mayor requerimiento nutritivo (preñez, principio de lactación), las cuales coincidían con la menor oferta de alimento en el campo, el pastor les aporta un suplemento al volver del campo.

De todo el rebaño se eligieron unas veinte cabras fijas para ser observadas en todos los muestreos.

Los muestreos se realizaron al inicio de cada estación, es decir cuatro por año - marzo, junio, septiembre, y diciembre-. Se llevaron a cabo desde Marzo de 1987 hasta Septiembre de 1989.

El conocimiento del hábito alimentario de la cabra se llevó a cabo siguiendo, por el método de observación directa, las veinte cabras diariamente. El seguimiento duraba diez minutos por individuo, lo que hacía un seguimiento total de doscientos minutos por día. Se anotaba la identidad de las especies vegetales consumidas, el número de bocados dados a cada planta y la fracción morfológica consumida.

Para el cálculo de la materia seca ingerida de cada especie vegetal se utilizó la formula expuesta por MEURET y col. (1985):

$$MSI = \frac{DP}{DC} \cdot DC (Bi \cdot P Bi)$$

Donde: MSI = Materia seca ingerida, DP = Duración total del pastoreo, DC = Duración total de los periodos de conteo de bocados, Bi = Número de bocados dados a la especie "i", P*Si* = Peso medio estimado por bocado de la especie "i".

Para estimar del peso del bocado se utilizó el método del pellizco para las especies herbáceas y por simulación manual del bocado para las especies arbustivas (SOMLO, 1989).

Se recolectaron las plantas que constituían la dieta de la cabra, y se analizó su composición química, así como su digestibilidad "in vitro".

Se fue anotando en una fotografía aérea de la zona (de escala 1:5000) el recorrido que el rebaño hacía diariamente.

El estudio de la organización social ha comprendido el establecimiento de la jerarquía social dentro del rebaño. El rango de dominancia se ha calculado como resultado de las diversas interacciones, surgidas entre los miembros del rebaño, observados durante el pastoreo, en establo, así como durante la alimentación en pesebre.

La producción del rebaño se controló en los periodos experimentales. La producción de leche era medida diariamente a los animales seguidos en el campo, así como la producción global del rebaño. En las parideras se anotó el número de cabritos nacidos de cada cabra, el peso de cada choto al día siguiente de nacer, y al cumplir un mes de vida.

RESULTADOS

Selección de los bocados - Se ha realizado una media de los tres años de observación, obteniéndose que anualmente las cabras seleccionan el 55% de los bocados a especies herbáceas, el 41% a especies arbustivas, el 2% a árboles e igual proporción a suculentas. Estacionalmente se ha obtenido que es en primavera cuando las especies herbáceas son seleccionadas en mayor proporción (60%), y al inicio de otoño cuando menos (46%); por el contrario en las especies arbustivas es en primavera cuando son seleccionadas en menor proporción (37%) y en otoño cuando más (46%). Por especies, anualmente, se observa cómo en nueve especies se agrupan el 96% de los bocados de los arbustos, siendo el 62% de los bocados para *Anthyllis cytisoides*. Estacionalmente existen otras especies destacables, como la *Artemisia* spp. (5% de bocados) en primavera, *Retama sphaerocarpa* (10%) y *Rhamnus lycioides* (5%) en verano, *Asparagus albus* (8%), *Rosmarinus officinalis* (6%), y *Ephedra fragilis* (5%) en otoño, y *Rosmarinus officinalis* (9%) y en *Artemisia* spp. (6%) en invierno.

Ingesta - En la media de los tres años de observación, se ha obteniendo que anualmente las cabras consumen el 49% de especies arbustivas, el 45% de especies herbáceas, el 4% de suculentas y el 2% de árboles. Estacionalmente se ha obtenido que es en primavera y inicio de verano cuando las especies herbáceas son consumidas en mayor proporción (49 y 52%, respectivamente), y al inicio de otoño cuando menos (32%); por el contrario en las especies arbustivas es en primavera cuando son consumidas en menor proporción (46%) y en invierno cuando más (58%), las especies suculentas solo son importantes en otoño (15% de la ingesta). Por especies, anualmente, se observa como en diez especies se agru-

pan el 97% del consumo de los arbustos, correspondiendo el 62% de la ingesta a *Anthyllis cytisoides*, siendo destacable también la especie *Lavandula multifida* con el 9% de la ingesta, *Ephedra fragilis* (6%), *Rosmarinus officinalis* (6%), *Artemisia spp.* (5%), y *Retama sphaerocarpa* (4%).

Variaciones en el hábito alimentario - Se ha obtenido que la mayor proporción de ingesta (gramos por minuto) se produce en primavera (5,91), y la menor en otoño (3,37) y verano (3,73). Por su parte la mayor tasa de bocados por minuto de nuevo se observa en primavera (33,39) y la menor en verano (13,13). Comparando la tasa de bocados por minuto se ha comprobado cómo por la mañana (24,8 boc./min.) las cabras dan menos bocados que por la tarde (26,7 boc./min.)

Efecto de la pluviometría en la ingesta - Se ha encontrado que la ingesta de diversas especies están estadísticamente relacionadas con la precipitación. Los árboles (como grupo) presentan una correlación negativa con la lluvia caída, así como el almendro (*Prunus dulcis*). Se ha obtenido que los arbustos (como grupo) son más consumidos cuanto mayor es la lluvia. Por especies se ha observado resultados similares para *Anthyllis cytisoides*, *Phagnalon saxatile* y *lavandula multifida*; por el contrario en *Retama sphaerocarpa* y *Rhamnus lycioides* se ha obtenido que son consumidas en mayor cantidad cuanto menor es la precipitación. Para la especies herbáceas sólo se ha encontrado una correlación positiva entre el consumo y la pluviometría para las especies *Plantago albicans* y *Lobularia maritima*.

Selectividad - Se ha utilizado el índice de selectividad de IVLEV, encontrándose que dentro de las especies más apetecidas por las cabra se encuentran *Ephedra fragilis*, *Lavandula multifida*, *Anthyllis cytisoides*, *Phagnalon saxatile* y *Lobularia maritima*. Indicar la importancia del uso de índices de selectividad en este tipo de estudios, ya que aportan una valiosa información, en orden a valorar un recurso, no teniendo como único criterio su consumo, el cual puede estar afectado por su abundancia en el pasto.

Valoración de la dieta - En nuestras condiciones, la dieta de los animales en pastoreo cubre los requerimientos energéticos y proteicos de mantenimiento en todas las estaciones. Sin embargo, no aporta la energía suficiente para cubrir las necesidades totales (mantenimiento + producción) en ninguna estación, siendo necesario un aporte suplementario, especialmente durante el otoño e invierno.

Recorridos del rebaño - Se ha procedido a la digitalización en ordenador de los recorridos realizados por el rebaño durante el pastoreo. Encontrándose que es en otoño cuando el recorrido es más amplio (4297,5 m), seguido del verano (3960,2 m), siendo similar en invierno (3601,3 m) y primavera (3692 m). La digitalización de los recorridos es imprescindible para obtener la carga real que soporta

la zona, y no limitarse a relacionar el número de cabezas de ganado con las hectáreas disponibles. Concretamente en nuestra zona de estudio, se detectó que el ganado está alimentándose la mayor parte del tiempo en la zona central de la finca, dejando las partes más lejanas prácticamente subutilizadas.

Efecto de la jerarquía social - En las estaciones de mayor disponibilidad de alimento se ha encontrado que la jerarquía social influye en la selección de la dieta, así las cabras de mayor rango consumen más arbustos y menos herbáceas que las de menor rango. Parece que la cabra se comporta como un generalista cuando la oferta forrajera es menor consumiendo el alimento disponible, y como un especialista cuando la oferta forrajera es mayor, compitiendo por las plantas más apetecidas. También se ha obtenido que la dominancia social tiene un claro efecto sobre la producción de los animales. Siendo las cabras de rango medio las más productivas, ya que estos animales no tienen que soportar tanta presión social como los de rango inferior, ni tienen que gastar energía constantemente para mantener su posición, como les sucede a los animales más dominantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

ARBIZA, S.I. (1986) *Producción de caprinos*. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F.

BOUISSOU, M.F. (1980) Social relationships in domestic cattle under modern management techniques. *Boll. Zool.*, 47: 343-353.

BOZA, J. (1990) Sistemas de producción caprina en las zonas áridas del sureste de la península ibérica. *Terra Arida*, 10: 23 - 34.

EUROSTAT AGRICULTURA. (1990) Les cheptels bovin, porcin, ovin et caprin en dicenbre 1989. N° 4, pag. 9.

MEURET, M.; BARTIAUX-THILL, N.; BOURBOUZE, A. (1985) Evaluation de la consommation d'un troupeau de chèvres laitières sur parcours forestier. Méthode d'observation directe des coups de dents. -Méthode du marqueur oxyde de chrome. *Ann. Zootech.*, 34: 159 - 180.

MORAND-FEHR, P. (1982) Sistemas de producción de leche de cabra en los países de la cuenca mediterránea. XIV Jornadas de estudio, Economía y Técnica de la Producción de I.T.E.A. n° 1.

PFISTER, J.A.; MALECHEK, J.C. (1986) Dietary selection by goats and sheep in a deciduous woodland of Northeastern Brazil. *Journal of Range Management*, 39: 24 - 28.

ROBLES, A.B. (1990) Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiarido del sureste ibérico. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada.

SOMLO, R. (1989) Aportes metodológicos para el estudio de hábitos dietarios de caprinos en zonas áridas (Proyecto Lucdeme). Master of Science en Producción Animal del C.I.H.E.A.M. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (C.I.H.E.A.M.). Zaragoza.

SOMLO, R.; CAMPBELL, G.; PELLIZA-SBRILLER, A. (1981) Study of the dietary habits of Angora goats in rangelands in Patagonia. Symposium International Nutrition et Systemes D'alimentation de la Chevre, 1: 525 - 544. ITOVIC-INRA. Tours. Francia.

VALORACION NUTRITIVA

VALORACION NUTRITIVA DE RECURSOS ALIMENTICIOS DE ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DEL SURESTE IBERICO

J. Fonollá, J. Boza y J. Silva
Estación Experimental del Zaidín. C.S.I.C.
Granada

Desde la fundación del Departamento de Fisiología Animal, en la Estación Experimental del Zaidín (CSIC), ha sido línea prioritaria de investigación la valoración nutritiva de los alimentos mediante estudios de digestibilidad "in vivo", utilizando principalmente animales de razas autóctonas. Desde hace varios años, y dentro de la citada línea, nos hemos concretado básicamente a la determinación, en pequeños rumiantes, del potencial alimenticio de parte de la vegetación existente en zonas áridas y semiáridas del sureste ibérico, así como el de ciertos sub-productos procedentes de cultivos intensivos de áreas próximas a aquellas. (Proyectos de Investigación integrados en el Programa LUCDEME).

Las técnicas analíticas y la metódica experimental, seguidas en los ensayos, han sido descritas en distintas publicaciones que se citan en la bibliografía y en general se ajustan a las normas aconsejadas por la Federación Europea de Zootecnia (VAN ES y VAN DER MEER, 1980). Los datos de digestibilidad "in vitro", con que se completan algunos estudios, se determinaron por el procedimiento de TILLEY y TERRY (1983), utilizando líquido ruminal procedente de animales fistulados.

En este trabajo exponemos algunos resultados de los estudios realizados en los últimos cinco años, la mayor parte de ellos han sido publicados y figuran en la bibliografía; en segundo lugar damos datos de ensayos recientemente terminados, que se encuentran en fase de revisión para su posterior publicación; y finalmente indicamos brevemente, las pruebas que consideramos serían interesante verificar en esta línea de investigación.

1.- Estudios realizados

A.- Vegetación de zonas áridas y semiáridas

Es bien conocida la penuria alimenticia en que se desenvuelve la escasa población ganadera existente en las zonas áridas y semiáridas de todo el mundo,

el factor determinante es la pobre cobertura herbácea, arbustiva y arbórea, así como la carencia de cultivos, que pudieran aportar el material necesario para cubrir los requerimientos nutritivos de los animales. Las inhóspitas condiciones bioclimáticas, cosecha de leña, fuegos incontrolados y el abusivo pastoreo, entre otras causas, agravan el problema ayudando a convertir en desérticas las citadas zonas y a propiciar la extensión de las mismas, con las consiguientes repercusiones edáficas, agro-pecuarias y socio-económicas.

Desde hace algún tiempo se está llevando a cabo una repoblación forestal de estas áreas con especies nativas y/o naturalizadas. Lo anterior unido a un pastoreo racional, tal como ha recomendado insistentemente la UNESCO (1977), y a la suplementación alimenticia de los animales con productos o residuos agrícolas de zonas próximas, podrían conducir no sólo a una mejora del suelo y a estabilizar, en algunos casos aumentar, la ganadería sino, en definitiva a paliar, al menos, los problemas anteriormente aludidos.

Los pequeños rumiantes, por sus características fisio-zootécnicas, ocupan un lugar preferente entre la cabaña existente en estas áreas, llegando el ganado caprino a representar el 79% de la población mundial en zonas áridas-cálidas (DEVENDRA y COOP, 1982) y en las provincias del sureste ibérico, enmarcadas dentro del Proyecto LUCDEME (Murcia, Almería y Granada), la cantidad de este tipo de ganado es alrededor de 500.000 animales. Las razones anteriores, entre otras, justifican la utilización de la especie caprina en la mayor parte de nuestros ensayos.

Respecto a la vegetación estudiada, señalamos, brevemente, algunas de sus características:

Acacia salicina

Especie originaria de Australia, perteneciente al género *Acacia* y a la familia de las leguminosas, ha sido utilizada durante los últimos 40-60 años para repoblar amplias áreas del Norte de África de condiciones ecológicas y bioclimáticas muy variadas. LE HOUEROU (1980) indica que reúne las condiciones apropiadas para su implantación en las zonas áridas mediterráneas ($100 < P < 400$ mm). Es una de las especies del ensayo M-3 FAO, presentando el inconveniente de su lento establecimiento. En Libia, bajo el marco de los proyectos de la citada organización, se han plantado numerosas hectáreas de este árbol forrajero.

Robinia pseudoacacia

Es una leguminosa arbórea originaria de EEUU, resistente al frío y a la sequía, en su área original recibe de 100 a 150 mm de precipitación (FOWELLS, 1965), y mejoradora de suelos empobrecidos, siendo de gran interés para repoblaciones forestales (ZULUETA, 1985); su producción cada vez adquiere mayor importancia como biomasa forrajera. En Europa-Asia, incluida China donde su empleo es muy frecuente, la superficie de sus plantaciones ha pasado en los últimos 20 años de 337.000 a 1.890.000 ha.

Atriplex nummularia

Entre las distintas especies del género *Atriplex*, plantas arbustivas de la familia de las *Quenopodiáceas* que espontáneas o introducidas por el hombre prosperan en zonas áridas, merece especial atención el *A. nummularia*; esta especie de *Atriplex* de origen australiano se cultiva, según TINTO (1977), en zonas donde las precipitaciones oscilan entre 100 a 600 mm, con inviernos cálidos o fríos, soportando temperaturas hasta de -10°C , y siendo dentro de este género la que mejor se comporta en los suelos salinos; añade este autor que las cabras y ovejas ramonean ávidamente a estos arbustos en ausencia de forrajes.

Albaida

Dentro de las especies nativas estudiadas que forman el matorral, destaca por ser la especie dominante la albaida (*Anthyllis cytisoides*), leguminosa muy apreciada por la cabra, pero especialmente durante el invierno, cuando se convierte en el elemento mayoritario de la dieta, siendo su contribución de gran importancia en la alimentación del ganado durante dicha estación del año, así como un componente valioso en las restantes épocas cuando los animales cuentan con mayor número de especies vegetales.

En resumen la albaida es un representante destacado de las asociaciones mesomediterráneas, en etapa de degradación avanzada del ecosistema mediterráneo seco, con períodos de inflorescencia de enero a junio, formando por su adaptación a este medio, matorrales que protegen a una escasa vegetación herbácea, pero ambos de gran interés ganadero.

En las tablas I, II y III exponemos la composición físico-química y el valor nutritivo de estas especies (coeficientes de digestibilidad y valor energético)

Tabla I
Composición analítica de los alimentos (desechados)

	Acacia sal.	Robinia ps.	Atriplex num.	Albaida
a) Química (%)				
Materia seca	86,28	78,59	89,06	90,72
Materia orgánica	83,30	88,66	76,40	89,11
Proteína bruta (Nx6,25)	17,32	13,78	17,02	7,84
Extracto etéreo	1,60	3,91	1,53	0,38
Fibra bruta	19,64	19,19	28,18	30,25
MELN	44,74	51,78	29,67	50,64-
Minerales	16,70	11,34	23,60	10,89
Calcio	4,80	3,02	1,36	4,04
Fósforo	0,14	0,13	0,19	0,09
Potasio	-	1,19	-	-
Magnesio	0,32	0,36	0,65	0,31
FND	48,51	44,15	44,69	32,57
FAD	24,45	31,38	28,50	29,35
LAD	11,56	13,26	9,83	15,27
N-FAD	0,39	0,53	0,15	0,26

b) Física (cal/g)

Calor de combustión 4131(17,2*) 4555(19.1*) 3796(15,9*) 3986(16.7*)

*MJ/kg MS

Tabla II
Coefficientes de digestibilidad

	Acacia sal.	Robinia ps.	Atriplex num.	Albaida
a) Digestibilidad "in vivo "				
Materia seca	46,8±1,55	41,0±1,46	57,4±1,94	43,0±0,64
Materia orgánica	48,0±1,46	45,5±1,48	50,4±2,43	46,9±0,71
Proteína bruta	60,5±1,03	25,4±2,66	77,5±1,26	20,7±1,91
Fibra bruta	25,6±1,54	32,8±1,11	45,2±3,29	33,5±4,04
MELN	55,0±1,79	56,2±1,67	38,6±3,94	60,4±1,54
Energía	37,5±2,06	42,1±1,95	49,0±2,29	39,7±0,92
b) Digestibilidad "in vitro"				
Materia seca	54,8±1,78	49,4±1,76	57,5±1,85	40,3±0,45
Materia orgánica	46,0±1,82	45,2±2,10	44,9±1,29	34,5±0,80

Tabla III
Rendimiento energético

	Acacia sal.	Robinia ps.	Atriplex num.	Albaida
E. digestible (kcal/kg MS)	1548±86 (6,48*)	1918±92 (8,03*)	1864±88 (7,80*)	1599±40 (6,69*)
E. Metabolizable (kcal/kg MS)	1236±85 (5,17*)	1492±85(6,24*)	1496±84(6,26*)	1303±39(5,45*)
Metabolicidad (EM/EB %)	29,9±2,02	32,7±1,81	39,3±2,22	32,3±0,93

*MJ/kg MS

Los datos obtenidos concuerdan o están comprendidos, en general, con los encontrados por otros autores sobre las porciones ramoneables de árboles y arbustos de estas zonas; destaca no obstante el escaso aprovechamiento digestivo de la proteína de la *Robinia*, lo que podía deberse a la época muy avanzada del ciclo vegetativo anual en que se recolectaron sus partes comestibles lo que se observa en el porcentaje de lignina y en el valor del N-FAD de su composición

química. La albaida presenta, igualmente, un contenido proteico y coeficiente de digestibilidad de este nutriente manifiestamente bajos.

B.- Residuos agrícolas

En la actualidad se presta gran interés a la utilización en nutrición animal de nuevas fuentes de alimentos, indicando WILSON y colaboradores (1981) que aún no ha tenido lugar una búsqueda exhaustiva de subproductos de bajo costo que al ser incorporados, más o menos directamente, en las dietas del ganado redundaría en la economía de las explotaciones, no entraría en conflicto con la alimentación humana y, en muchos casos, favorecería la descontaminación del medio. Estos autores añaden que, para lograr lo anterior, es imprescindible una investigación más sistemática que debería incluir no sólo una valoración química de cada residuo sino también ensayos de alimentación con animales, encuadrándose esta investigación dentro de las necesidades predominantes en una determinada región e incluso en áreas más pequeñas.

Sobre la cantidad disponible de recursos agrícolas SUNDSTOL y OWEN (1984) citan (Tabla IV) la concentración total en materia seca, proteína bruta y energía metabolizable contenida en subproductos fibrosos de cereales y otras cosechas del mundo en 1970 y 1981.

Tabla IV
Subproductos agrícolas disponibles en el mundo

Años	MS T.10 ³	% Cambio	PB T.10 ³	% Cambio	EM MJ. 10 ⁹	% Cambio
1970	3.255.757		200.895		24541,6	
1981	4.423.919	35,8	268.779	33,8	34541,4	36,7

En esta tabla no sólo se aprecia la importante oferta de energía y proteína, sino también el considerable aumento que va experimentando.

Desde hace tiempo se están utilizando desperdicios y residuos agrícolas e industriales en la alimentación animal, pero aún no se ha logrado un uso sostenido en la mayoría de los países, siendo Holanda (ESCANDON, 1983) el que dentro de la CEE logra cifras más altas de aprovechamiento, llegando a representar, en muchos casos, hasta un 60% de los componentes de los piensos.

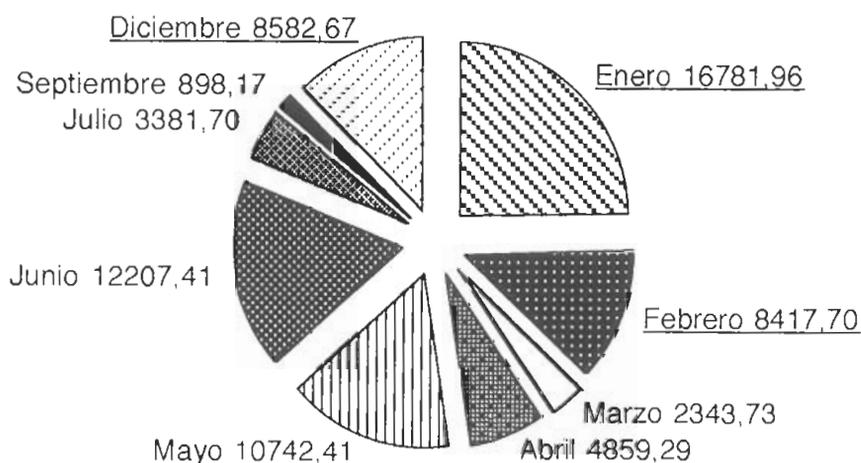
En nuestro país el gran volumen que actualmente aportan los residuos agrícolas procedentes de cultivos intensivos, aconseja el correcto empleo de los mismos en las dietas del ganado. La Tabla V recoge datos sobre el contenido en materia seca de cultivos hortícolas del "litoral de Almería" en 1987 (FONOLLA y col., 1988).

Tabla V
Principales cultivos hortícolas del litoral de Almería. Contenido en materia seca

Cultivo	Plantas enteras	
	TM	%
Tomate	56.664	28,7
Pepino	6.402	3,2
Judía verde	31.106	15,7
Pimiento	37.246	18,8
Berenjena	5.084	2,6
Calabacín	2.636	1,3
Sandía	21.500	10,9
Melón	19.032	9,6
Flores v plantas ornamentales	4.143	2,1
Col china	982	0,5
Fresa	1.111	0,6
Patata	5.020	2,5
Guisante	876	0,4
Otros	5.855	3,0
TOTAL	197.657	100,0

La disponibilidad del total de estos recursos a lo largo del año aparece en la Gráfica 1. En ella podemos observar cómo una gran cantidad de ellos se producen en épocas en que escasean otro tipo de alimentos (enero, febrero y diciembre).

Gráfica 1.- **Estimación de la oferta de materia orgánica digestible (Tm) de los principales residuos de invernadero**



A continuación (Tablas VI, VII y VIII) exponemos la composición y el valor nutritivo de tres de los subproductos estudiados: *Cucumis melo* (melón), *Lycopersicon esculentum* (tomate) y *Dianthus carioophyllus* (esquejes de clavel). Los dos primeros desecados a 60°C y el último tal como se recibieron en nuestro laboratorio (ligeramente oreado).

Tabla VI
Composición analítica de los subproductos ensayados

	Melón	Tomate	Clavel
a) Química (%)			
Materia seca	90,28	90,44	35,50
Materia orgánica	71,00	80,65	89,92
Proteína (Nx6,25)	15,11	12,05	17,21
Extracto etéreo	2,48	1,26	1,99
Fibra bruta	21,38	23,75	21,25
MELN	32,03	43,59	49,47
Minerales	29,00	19,35	10,08
Calcio	4,96	3,28	1,40
Fósforo	0,29	0,42	0,26
Magnesio	0,83	0,92	0,40
FND	30,33	34,43	39,64
FAD	28,78	28,40	25,53
LAD	3,86	4,12	5,56
N-FAD	0,12	0,16	0,10
b) Física (cal/g)			
Calor de combustión	3.558 (14,89*)	3.490 (14,61*)	4.077 (17,06*)

*MJ/kg MS

Tabla VII
Coeficientes de digestibilidad

	Melón	Tomate	Clavel
a) Digestibilidad "in vivo"			
Materia seca	50,8 ±1,85	44,7 ±3,02	77,7±0,81
Materia orgánica	59,6 ±2,39	48,2 ±1,75	79,5 ±0,78
Proteína bruta	87,2 ±0,73	64,8 ±4,96	82,8 ±1,13
Fibra bruta	57,6 ±2,00	32,0 ±1,98	63,8 ±1,19
MELN	52,9 ±3,93	56,2 ±3,77	87,1 ±0,76
Energía	52,9 ±3,06	44,5 ±3,38	72,2 ±1,04

	Melón	Tomate	Clavel
b) Digestibilidad "in vitro"			
Materia seca	66,7±2,40	63,1±0,05	75,0±0,89
Materia orgánica	68,9±0,20	67,2±0,70	74,4±1,10

Tabla VIII
Rendimiento energético

E. digestible (kcal/kg MS)	1883 ± 109 (7,88*)	1608 ± 150 (6,73*)	2939 ± 50 (12,30*)
E. metabolizable (kcal/kg MS)	1587 ± 106 (6,64*)	1190 ± 48 (4,98*)	2447 ± 49 (10,24*)
Metabolicidad (EM/EB %)	44,6 ± 2,99	33,1 ± 4,19	60,1 ± 1,24

*MJ/kg MS

Destacan entre los tres residuos estudiados el potencial alimenticio del clavel, tanto bajo el punto de vista de su composición analítica como por su valor nutritivo, excepto en lo relativo al coeficiente de digestibilidad de la proteína en que el obtenido para el melón fue el mayor de los encontrados. En lo referente a las fracciones de la fibra los tres subproductos presentan un bajo contenido en lignina (LAD), inferior en todos los casos al 6%.

2.- Estudios en fase de realización

En lo relativo a estos estudios indicaremos que alguno de ellos como ocurre con los desperdicios del espárrago cultivado para verde (*Asparagus officinalis*) se encuentra completamente terminado tanto analítica como experimentalmente (Tablas IX, X y XI), faltando únicamente la revisión de datos, completar la bibliografía y verificar la redacción del trabajo correspondiente; en otros casos como el del esparto (*Stipa tenacissima*) únicamente disponemos de su composición físico-química (Tabla XII).

Respecto al primero de ellos diremos que en los últimos años se ha incrementando notablemente el cultivo del espárrago, tanto para la obtención del turión blanco como del verde, lo anterior unido al desarrollo de las técnicas de conservación (apertización y congelación) han dado lugar a que se produzca un volumen apreciable de desechos, sobre todo en las operaciones previas a su conservación en las que se elimina la parte basal del turión, más dura y leñosa, que pensamos puede ser utilizada en alimentación animal. Los resultados de nuestros ensayos, que se verificaron en ganado ovino y con espárrago verde, confirmaron lo anteriormente indicado.

Tabla IX.
Composición analítica de desechos de espárragos (desechados)

a) Química (%)		
Materia seca		91,91
Materia orgánica		92,43
Proteína (Nx6,25)		18,43
Extracto etéreo		1,67
Fibra bruta		21,66
MELN		50,67
Minerales		7,57
Calcio		0,63
Fósforo		0,43
Potasio		2,73
Magnesio		0,15
FND		39,97
FAD		30,19
LAD		4,86
N-FAD		0,18
b) Física (cal/g)		
Calor de combustión		4648 (19,45*)

*MJ/kg MS

Tabla X
Coeficientes de digestibilidad

a) Digestibilidad "in vivo"		
Materia seca		83,1±1,10
Materia orgánica		85,1±1,01
Proteína bruta		80,4±1,51
Fibra bruta		76,2±1,29
MELN		91,0±0,76
Energía		83,1±1,04
b) Digestibilidad "in vitro"		
	Ovejas	Cabras
Materia seca	89,97±0,57	79,00±0,71
Materia orgánica	87,76±0,58	78,86±0,22

Tabla XI
Rendimiento energético

E. Digestible (kcal/kg MS)	3.863±48,04 (16,16*)
E. Metabolizable (kcal/kg MS)	3.281±47,32 (13,73*)
Metabolicidad (EM/EB %)	70,6±1,02

*MJ/kg MS

Con relación a la *Stipa tenacissima* indicamos únicamente que se trata de una especie autóctona muy abundante en las zonas áridas y semiáridas del sureste ibérico y que sus rebrotes tiernos son consumidos con avidez por el ganado caprino en la época invernal.

Tabla XII
Composición analítica del esparto (desechado)

a) Química (%)	
Materia seca	92,90
Materia orgánica	97,97
Proteína bruta (Nx6,25)	7,60
Extracto etéreo	0,88
Fibra bruta	38,32
MELN	51,17
Minerales	2,03
Calcio	0,47
Fósforo	0,10
Potasio	0,15
Magnesio	0,04
FND	82,58
FAD	44,46
LAD	4,74
N-FAD	0,16
b) Física (cal/g)	
Calor de combustión	4640 (19,41*)

*MJ/kg MS

3.- Estudios previstos

En la línea indicada, y supeditados a nuestras posibilidades, pensamos continuar estos trabajos habiendo considerado como interesante estudiar entre otras las siguientes especies vegetales: Retama (*Retama sphaerocarpa*), arbusto nativo de abundante implantación en estas zonas y que es bien ingerido por los

animales sobre todo en las fases de floración y de maduración del fruto; Algarrobo (*Ceratonia siliqua*), árbol típico de los países mediterráneos y cuyas porciones ramoneables así como su fruto son apetecidas por el ganado; otras especies nativas y/o naturalizadas: *Medicago arborea*, *Rosmarinus officinalis*, *Erica arborea*, *Agave americana*.

CONCLUSIONES

Pensamos que los resultados de los estudios realizados sobre la composición analítica y el valor nutritivo de la vegetación de zonas áridas y semiáridas, revisten gran interés para resolver, en parte, los problemas alimenticios del ganado de estas zonas, pero que, dado su mediano potencial alimenticio, sería necesario el completar la ración de los animales con otros recursos.

En cuanto a los desechos agrícolas ensayados, podemos concluir indicando la conveniencia de su utilización en las dietas de los animales.

Por último pensamos que, dada la importancia de estos estudios, sería interesante la continuación de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

- BENAGES SANAHUJA, S. 1990. El Espárrago. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- BOZA, J., SILVA, J. y FONOLLA, J. 1988. La Albaida (*Anthyllis cytisoides*) recurso alimenticio para el ganado cabrío en las zonas áridas del sureste ibérico. En: Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología. N° 4. Jaca. Huesca, p. 775-780.
- DEVENDRA, C. y COOP, I.E. 1982. Sheep and goat production. En: World Animal Science. C1. Ed. I.E. Coop. Elsevier. Amsterdam, p. 1-14.
- ESCANDON, V., FONOLLA, J. y SANZ SAMPELAYO, M^a R. 1983. A.Y.M.A. 24, 351-354.
- FONOLLA, J., SILVA, J. y BOZA, J. 1988. A.Y.M.A. 28, 107-110.
- FONOLLA, J., SILVA, J. y BOZA, J. 1991. Revista Mundial de Zootecnia. En prensa.
- FOWELS, H.A. 1965. Silvics of Forest Trees of the United States. Agricultural Handbook. n° 271. Forest Service.
- HAMEL, O. 1980. Acclimatization and utilization of *phylloidineus Acacia* from Australia in Senegal. En: Browse in Africa. Ed. H.N. Le Houerou. ILCA. Addis Abeba, p. 361-374.
- HERMIDA BUM. J.R. 1990. Industrialización del espárrago. I Jornadas Técnicas del Espárrago. Huétor Tájar. Granada.
- HORTON, G.M.J. y CHRISTENSEN, D.A. 1981. Can. J. Anim. Sci. 61, 503-506.
- LE HOUEROU, H.N. 1980. Planting and management methods for browse trees and shrubs. En: Browse in Africa. Ed. H.N. Le Houerou. ILCA. Addis Abeba, p. 351-359.

- SILVA COLOMER, J., FONOLLA, J., RAGGI, L.A. y BOZA, J. 1986. Rev. Arg. Prod. Anim. 6, 661-665.
- SUNDSTOL, F. y OWEN, E. 1984. Straw and other fibrous by-products as feed. Elsevier. Nueva York, p. 4-24.
- TILLEY, J.M.A. y TERRY, R.A. 1983. J. Br. Grassl. Soc. 18, 104-111.
- TINTO, J.C. 1977. Recursos forrajeros leñosos para zonas áridas y semiáridas. I.D.I.A. Suplemento N° 34.
- UNESCO. 1977. Desarrollo de tierras áridas y semiáridas. Obstáculos y perspectivas. Serval/UNESCO. Barcelona.
- VAN ES, A.J.H. y VAN DER MEER, J.M. 1980. Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. 31st Annual Meeting EAAP. München.
- VAN SOEST, P.J. 1967. J. Anim. Sci. 26, 119-128.
- WILSON, A.D. 1966. Aust. J. Agric. Res. 17, 147-153.
- WILSON, P.N., BRIGSTOCKE, T.D.A. y CUTHERT, N.H. 1981. Anim. Feed Sci. Technol. 6, 1-14.
- ZULUETA, J. 1985. *Robinia pseudoacacia* L. en la mejora pastoral de montes semiáridos. Congreso sobre "Agricultura y Desarrollo Rural en Zonas de Montaña". Granada.

SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION DE ALIMENTOS Y SU USO EN EL RACIONAMIENTO ANIMAL

J.E Guerrero, Ana Garrido y A.Gómez Cabrera
Dpto de P.Animal. ETSIAM. Apdo.3048. 14080 Córdoba

INTRODUCCION

Durante algunos años venimos trabajando en sistematizar la información de alimentos con el objetivo de usarla en el asesoramiento práctico al ganadero.

La iniciativa tiene una importante componente organizativa pero está necesitada de una sólida base científica y técnica.

Nuestro grupo presentó una propuesta de sistematización de la información en las XXIII Jornadas de estudio de la AIDA (Garrido et al., 1991).

No tratamos de repetir aquí la propuesta, sino aprovechar el foro y el espíritu que anima a este seminario, en lo referente a la discusión de iniciativas a desarrollar en el futuro para realizar una crítica y una posible puesta en común. En esta exposición se hará una mínima introducción y posteriormente se plasmará en detalle la propuesta, intentando plantear qué cosas concretas podríamos hacer y discutir.

Partimos de la constatación, de la necesidad de sistematizar la información de alimentos, de la precariedad de participación en los foros internacionales, y de las importantes dificultades para hacer un buen asesoramiento en alimentación animal. También es importante resaltar, que otros países han realizado ya este esfuerzo hace algunos años.

PROPUESTA DE DISCUSION

- Diseñar mecanismos de captura, almacenamiento y utilización de la información sobre alimentos .
- Proponer acuerdos sobre grupos de alimentos y tipo de codificación (ej. CEE, INFIC,MAPA, etc.)
- Definir grupos de alimentos de interés y necesidades de información de cada grupo.
- Elaborar un catálogo actualizado y contrastar ecuaciones de previsión de valor nutritivo.

- Inventariar las técnicas de valoración utilizadas en cada laboratorio. Proponer cadencia actualización .
- Adoptar acuerdos para la previsión del valor nutritivo.
- Adecuar los métodos de valoración a la previsión. Desarrollar nuevos métodos y potenciar la complementariedad entre centros.
- Establecer mecanismos de control de los resultados en los diferentes laboratorios.
- Poner a punto una sistemática de recogida, identificación y conservación de muestras valoradas. Creación de banco/s de muestras.
- Recoger la información generada en soporte magnético, intercambiarla y utilizarla en el racionamiento animal.

ALGUNOS COMENTARIOS A LA PROPUESTA

- Necesitamos cuantificar la importancia de diversos alimentos y las demandas de información. En nuestro caso podríamos asumir la responsabilidad en Andalucía.

- Las características y la utilización que se vaya a hacer de cada alimento demandará una información específica, contenido en factores antinutritivos, límites de inclusión, sinergismo con otros alimentos, problemas de almacenamiento, estabilidad, valoración nutritiva, problemas tecnológicos para su uso etc.

- En los últimos meses hemos realizado una revisión en cuanto a ecuaciones de predicción en forrajes verdes, ensilados y piensos compuestos, tratando de recoger aquellas ecuaciones que se ajustaban a las tendencias señaladas en la propuesta de Zaragoza, es decir alimentos representativos de lo que se está utilizando en la práctica, análisis in vivo realizados en diferentes laboratorios etc. Un ejemplo lo constituye el trabajo realizado en el Reino Unido, fundamentalmente llevado a cabo por el ADAS, y que ha afectado a un elevado número de forrajes verdes y ensilados (Givens et al., 1989 y 1990 a,b; Barber et al., 1990) o el desarrollado en piensos compuestos para rumiantes, aves y cerdos coordinado por el INRA (Aufrère et al., 1989; Giger et al., 1990; Pérez, 1990) .

Estas y otras ecuaciones deberían ser suficientemente debatidas y validadas en nuestros alimentos.

-Hemos preparado un pequeño protocolo que deberíamos rellenar todos los equipos presentes interesados y enviar a los no presentes y que pensamos que será muy útil para inventariar las técnicas en uso.

-Para los principales grupos de alimentos podríamos adoptar un acuerdo de evaluación, partiendo de diferentes niveles de información del alimento:

1. No se dispone de ninguna información salvo el nombre: en bases de datos se busca grupo o subgrupo y se calcula la media de los alimentos recogidos

2.- Se dispone de algún análisis: buscar la ecuación indicada

- No existe limitación analítica: buscar ecuación idónea y hacer análisis correspondientes.

- Necesitamos establecer Ring-Tests, pero intentando homogeneizar y discutir los resultados y sobre todo que dispongamos de testigos para introducir en las series analíticas.

- Deberíamos disponer de muestras valoradas in vivo y discutir quién, cómo y en qué cantidad podríamos generarlas.

En nuestro caso, vamos a hacer el intento de introducir de una forma generalizada el análisis NIR y si bien hoy por hoy la técnica la estamos utilizando como técnica quimiométrica para la predicción del valor nutritivo, no olvidamos la posibilidad futura del análisis de espectros y asignación directa del valor nutritivo lo que evidentemente conlleva la necesidad de creación de una amplia librería espectral. Por otra parte, la complementación de los diferentes laboratorios en orden a incrementar la información parece obligado.

- Definidas las posibilidades de conservación de muestras con garantías, habría que establecer una sistemática para esta conservación. Podríamos empezar con las muestras con información mas completa. Nosotros ofrecemos la posibilidad de hacerlo en Córdoba, por supuesto manteniendo la propiedad de las muestras.

- Finalmente proponemos una base de datos como la que aparece en el VIOLETA pero en la que podríamos incluir las demandas de cada grupo.

PUESTA EN MARCHA DE ESTA ESTRATEGIA

- Podríamos usar la información poniendo en común todas las fuentes y con objetivos múltiples.

- Necesitamos ponernos de acuerdo en que partes de la propuesta son útiles y realizables .

- Deberíamos desarrollar aquellos que podamos internamente realizar.

- Hacer una propuesta conjunta y buscar un promotor que mantenga el hilo de conexión. En nuestra opinión, la responsabilidad sería del MAPA en los compromisos comunitarios e internamente en el desarrollo del sector lo hace un buen candidato.

- Por otro lado un cliente de enorme importancia son los fabricantes de piensos. De hecho en otros países han sido motor de este tipo de iniciativas. Dichos fabricantes de piensos deberían tener una cuota de responsabilidad.

- Por otra parte la participación de las instancias europeas o nacionales (CICYT), para la creación de un banco de muestras biológicas así como la posibilidad del apoyo de las comunidades autónomas, pueden resultar definitivas para algunos aspectos. En este momento, la Universidad de Córdoba acaba de recibir la comunicación de aceptación de un programa STRIDE, para la creación de un banco de muestras biológicas en dicha Universidad.

BIBLIOGRAFIA

AUFRERE, J., GRAVIOU, D., DEMARQUILLY, C., VERITE, R., MICHALET-DOREAU, B. et CHAPOUTOT, P.,1989. Aliments concentrés pour ruminants: prévision de la valeur azotée PDI a partir d'une méthode enzymatique standardisée. INRA.Prod.Anim. 2 (4):249-254.

BARBER, G.D., GIVENS, D.I., KRIDIS, M.S., OFFER, N.W. and MURRAY, I.,1990. Prediction of the organic matter digestibility of grass silage. Anim. Feed. Sci. Technol., 28:115-128.

CARRE, B.,1990. Predicting the dietary energy value of poultry feeds. In:Feedstuff Evaluation. Wiseman, J. and Cole, D.J.A., eds. Butterworths, pp.283-300.

GARRIDO, A., GOMEZ, A. y GUERRERO, J.E.,1991. Propuesta metodológica sobre actuación conjunta para la valoración de alimentos en España. ITEA, Vol. Extra, n° 11, Tomo 1:166-168.

GIGER, S., AUFRERE, J., SAUVANT, D., DEMARQUILLY, C., VERMOREL, M. et POCHET, S.,1990. Prévision de la valeur énergétique des aliments composés pour les ruminants. INRA. Prod.Anim. 3 (3) :181-188.

GIVENS, D.I.,EVERINGTON, J.M. and ADAMSON, A.H.,1989. The digestibility and metabolisable energy content of grass silage and their prediction from laboratory measurements. Anim .Feed . Sci.Technol .,24:27-43 .

GIVENS, D.I., EVERINGTON, J.M. and ADAMSON, A.H.,1990a. The nutritive value of spring-grown herbage produced on farms throughout England and Wales over 4 years. II. The prediction of apparent digestibility in vivo from various laboratory measurements. Anim.Feed.Sci.Technol.,27: 173-1 84.

GIVENS, D.I.,EVERINGTON, J.M. and ADAMSON, A.H.,1990b. The nutritive value of spring-grown herbage produced throughout England and Wales over 4 years. III. the prediction of energy values from various laboratory measurements. Anim.Feed.Sci.Technol.,27:185-196.

PEREZ, J.M.,1990. Prévision de l'énergie digestible des aliments pour le porc:Intérêt du dosage des parois végétales par voie enzymatique. INRA.Prod.Anim. 3 (3):171-179.

DIAGNOSTICO DE LAS DEFICIENCIAS MINERALES POR MEDIO DE INDICADORES METABOLICOS Y DEL CONTENIDO MINERAL EN SUELOS Y PASTOS

G.M. Carlos
Estación Agrícola Experimental (CSIC), Apdo 788, 24080 León.

RESUMEN

La carencia de minerales en los rumiantes se suele detectar analizando las actividades de enzimas o vitaminas cuyas actividades dependen de los minerales esenciales. Por ejemplo, el análisis de la vitamina B₁₂ se usa para saber el *status* del animal con respecto al cobalto. El análisis es poco fiable a causa de la presencia de análogos de la vitamina en suero animal. Investigaciones están en progreso en la Estación Agrícola Experimental del CSIC en León, para determinar la fiabilidad de otro método alternativo para la diagnóstico de la deficiencia de cobalto basado en el efecto de la deficiencia en la concentración del ácido metil-malónico en el líquido ruminal.

Además, debido a las dificultades de la predicción de las deficiencias minerales estamos planteando un estudio para identificar zonas geográficas de alto riesgo en la provincia de León, por medio de análisis de suelos, plantas y tejidos animales teniendo en cuenta las interacciones entre elementos.

INTRODUCCION

El tema de los elementos siempre suscitó un gran interés, quizá por los efectos tan espectaculares que pueden provocar en los seres vivos. Las deficiencias y toxicidades que originan tienen una gran importancia económica y no siempre son fáciles a detectar debido a que estos elementos tienen uno o mas papeles en el metabolismo celular y a menudo ocurre que grandes cantidades de uno inhiben la absorción de otros. En este sentido se ha realizado un gran esfuerzo de investigación (Epstein, 1972; Hoekstra, 1974; Underwood, 1977 y 1981; Scottish Agricultural Colleges, 1982; Robb, 1983; Brooks y Malaise, 1985, etc).

En una series de trabajos previos (García y Clark, 1985a; García y Clark, 1985b; García y Clark, 1989; García, 1987; García y Clark, 1989; García, Carlos y Bermúdez, 1991) se ha estudiado la distribución de ciertas especies en relación con el contenido en los suelos de elementos traza, así como implicaciones de los elementos minerales en la aparición de distintas comunidades de pastos. Así mismo en los trabajos de Carlos *et al.*, 1985a; Carlos *et al.*, 1985b; Carlos *et al.*, 1987; Telfer, Zervas y Carlos, 1984; Zervas y Carlos, 1987; Zervas, Telfer, Carlos y Anderson, 1988), se estudian los problemas implicados en el diagnóstico de deficiencias minerales en áreas con bajos niveles de Co, Cu, Se etc.

EL CONTENIDO MINERAL DE LOS SUELOS Y HIERBA.

Actualmente, se admite la existencia de 15 elementos esenciales en el metabolismo de los rumiantes - Ca, P, K, Cl, Na, Zn, Mo, Se, S, Mg, Fe, Co, Cu, Mn y I. Además, se han descrito síntomas de deficiencias de otros 10 elementos - F, Si, Ti, V, Cr, Ni, As, Br, Sr y Cd - en animales en condiciones experimentales muy especiales, aunque no se han observado deficiencias de estos elementos en condiciones prácticas. La falta de evidencia de deficiencias de estos elementos en animales en condiciones prácticas no significa, necesariamente, que en tales circunstancias no existan las deficiencias. Dado que los síntomas de deficiencias minerales no son específicos, es muy posible que sí existan pero que no sean reconocidos o que las deficiencias existentes sean de carácter sub-clínico.

Como la fuente de minerales más importante para los rumiantes en pastoreo es la hierba que consumen, cualquier investigación sobre deficiencias minerales en tales animales debe empezar con un conocimiento del contenido mineral del mismo. El agua normalmente no es una fuente de minerales muy significativa para los animales. Sin embargo, el contenido mineral del suelo sí puede representar un porcentaje muy importante de los minerales ingeridas diariamente por el rumiante a través de la contaminación de la hierba. En condiciones donde la intensidad de pastoreo es fuerte o la cantidad de hierba es poca, el suelo puede constituir un 10 - 25% de la materia seca ingerida y puede llegar hasta un 40% de la materia seca ingerida por ganado ovino durante el invierno en Escocia (Suttle, 1975).

Un conocimiento de la concentración de minerales en los suelos y pastos utilizados por los rumiantes, por sí solo, no da toda la información necesaria para llegar a una conclusión con respecto a si los animales pueden satisfacer sus necesidades minerales en la zona pastada. Varios factores afectan, en primer lugar, la absorción de los minerales por parte de las plantas y, en segundo lugar, a la absorción y utilización de los minerales ingeridos por parte del animal. Los factores mas importantes que determinan el contenido mineral de las plantas son:

1. Género, especie o variedad de la planta. *Atriplex*, por ejemplo, contiene un 8 - 14% NaCl en materia seca, mientras que la mayoría de especies de prados contienen 100 veces menos en materia seca. Las concentraciones de los minerales Ca, K, Mg, Fe, Co, Zn y Ni en las leguminosas normalmente son más altas que

en las gramíneas pero las gramíneas tienen un contenido más alto en Mn, Mo y Si que las leguminosas.

2. Efectos de los suelos y los fertilizantes. Los cambios en el pH del suelo influyen en la disponibilidad de los minerales para las plantas. Por eso la absorción del Mo es mas baja cuando el pH del suelo es bajo y, por otra parte, la absorción del Ni, Cu y Mn se ve favorecida cuando el pH es bajo. Un exceso de agua en el suelo aumenta la absorción del cobre y manganeso.

3. Clima, estación y estado de madurez de las plantas. Las concentraciones del fósforo en la hierba disminuyen durante la maduración de las plantas y con la pérdida de semillas. En cualquier zona del mundo el periodo de madurez y el de crecimiento de las plantas están determinados en gran parte por la cantidad de lluvia.

El *status* mineral de los animales en relación a cualquier elemento mineral depende no solamente de la cantidad ingerida sino también de su disponibilidad y esta, a su vez, puede ser modificada por la concentración de otros componentes de la dieta. Mills y Williams (1971) y Mills (1974) han demostrado que la disponibilidad de los elementos esenciales puede ser modificada por la concentración de, por lo menos, 15 componentes de la dieta. Por ejemplo, niveles altos del ácido fítico inhiben la absorción del zinc, niveles altas del zinc protegen contra la toxicidad del cobre (Suttle y Mills, 1966), el cadmio es un antagonista del metabolismo del zinc (Parizec, 1957) y también del metabolismo del cobre (Hill y Matrone, 1970).

La inhibición de la absorción de cobre por molibdeno y azufre se ha descrito con mucho detalle (ver Figs 1 y 2). Aunque se puede considerar que 1ppm de cobre en materia seca de la dieta sea adecuado para rumiantes en pastoreo cuando la presencia de molibdeno no es un factor limitante (Dick, 1954), unas 2 - 5 ppm de molibdeno en materia seca de la dieta aumentan las necesidades de cobre hasta 10ppm. Además, Mills y Dalgarno (1976) han sugerido que aún en sitios donde el nivel del molibdeno es bajo, 10ppm Cu en Imateria seca es necesario para los rumiantes.

Underwood (1981) ha afirmado que la mayoría de los casos de deficiencia de cobre en rumiantes están causados por la presencia de componentes de la dieta que inhiben la absorción o utilización del cobre por parte del animal.

Se debe tener en cuenta, entonces, factores como las reacciones entre componentes de la dieta cuando se decide el significado para el animal del nivel de un elemento en el suelo o en la hierba. Es decir que no es suficiente medir solamente la concentración de un único mineral en la hierba o en el suelo para saber el *status* de los rumiantes con respecto a dicho mineral. Se debe medir también los niveles de otros minerales y, si es posible, de otros componentes de la dieta que pueden afectar la absorción del mineral en cuestión.

En ausencia de información sobre el contenido mineral de los suelos y hierba es muy común el uso *ad libitum* de minerales suplementarios. Al contrario de la opinión popular la apetencia por el consumo de minerales no es un indicador fia-

ble de las necesidades que tienen los animales. El consumo voluntario de mezclas de minerales y de piedras para lamer está determinado tanto por la palatabilidad como por la necesidad fisiológica. Se ha demostrado que ovejas sin deficiencias consumen la misma cantidad de minerales suplementarios que ovejas con deficiencias (Cunningham, 1949). Los ganaderos de este país y de otros países, gastan cantidades de dinero, a veces considerables, en la suplementación mineral, mientras que es muy posible que muchos de los animales no los necesiten. Además, es posible que la ingestión de cantidades apreciables de algunos minerales pueda afectar la absorción de otros a causa de las interacciones previamente mencionadas.

El departamento de producción animal de la Estación Agrícola Experimental tiene previsto un proyecto para suministrar una información básica que proporcione un mayor conocimiento y comprensión de los mecanismos implicados en el *status* mineral en el ganado en las distintas zonas de la provincia de León. Para realizar el proyecto determinaremos el *status* mineral de los animales y del contenido de estos elementos en el suelo, hierba y otros recursos alimenticios que ellos reciben. Los datos obtenidos serán usados para construir mapas del contenido mineral en suelos y pastos en las zonas estudiadas para poder de este modo tomar decisiones respecto a la suplementación.

EL USO DE INDICADORES METABOLICOS

La medida de las actividades de ciertas enzimas en sangre es utilizada como un método de diagnóstico de deficiencias minerales y para saber el *status* mineral de varias especies de animales. Desafortunadamente, para todos los minerales tales métodos no existen o, en algunos casos los métodos recomendados no funcionan eficientemente, como es el caso del cobalto. Los métodos utilizados para el diagnóstico de deficiencia del cobalto son todos ensayos (microbiológicos o radioensayos) para medir la concentración de la vitamina B₁₂ en el suero o otros tejidos. Casi todos los ensayos dan valores para la concentración de la vitamina en tejidos ovinos más altos que las concentraciones actualmente presentes, porque miden además de la vitamina, unos compuestos con estructura molecular muy parecida a la de la vitamina B₁₂.

La única función del cobalto en la nutrición del rumiante es como componente de la molécula de la vitamina B₁₂. Sin cobalto en la dieta el rumiante no puede sintetizar la vitamina o, mejor dicho, los microbios del rumen no pueden sintetizar la vitamina. Si el animal no tiene acceso a una fuente alternativa de cobalto, entrará en un estado de deficiencia de vitamina B₁₂. Además del problema con la medición de la vitamina en suero ovino a causa de la presencia de los análogos de la misma, existe un problema con la determinación de la concentración de la vitamina en suero bovino, pero en este caso parece ser que la causa no es tan sencilla como en la oveja.

Experimentos con vacas durante los últimos 50 años no han sido capaces de establecer criterios fiables de deficiencia en este animal, y aunque el ARC ha

publicado recomendaciones en las cuales se puede leer que concentraciones de vitamina B₁₂ en suero bovino menores que 0,1mmol/l significan deficiencia de cobalto, es bastante común encontrar niveles muchos más bajos en suero bovino durante periodos de tiempo muy largos sin que el animal sufra ni síntomas patológicos (por ejemplo anemia) ni disminución en la producción de productos derivados (como la leche).

Como se ha mencionado previamente, los radioensayos usados para la medición de la vitamina B₁₂ en suero ovino, dan valores más altos que los niveles presentes en la realidad, porque no pueden distinguir entre la vitamina y sus análogos. Aunque existe un ensayo microbiológico muy fiable, usando el organismo *Poterochromonas malhamensis*, que distingue perfectamente entre la vitamina y sus análogos, el método no es muy practicable para uso rutinario. El ensayo tarda 3 días, tiene todos los problemas de los ensayos microbiológicos en general en el sentido de riesgo de contaminación y es difícil encontrar una fuente comercial de caseína (la fuente de nitrógeno) para el organismo que no está ya contaminada con la vitamina (Carlos, 1985). Por razones como éstas su uso está confinado ahora a unos pocos centros de investigación.

El método microbiológico usando *P. malhamensis* depende de la necesidad que tenga el organismo por la vitamina B₁₂. Su necesidad por la vitamina es completamente específica - es decir que ningún otro nutriente puede sustituir a la vitamina en el metabolismo del organismo. Es interesante que la vitamina tiene el mismo papel en el metabolismo de *P. malhamensis* que en los animales mamíferos. La replicación del microbio aumenta en proporción con la cantidad de vitamina, B₁₂ disponible. Se puede, entonces, construir una gráfica de la concentración de la vitamina disponible para *P. malhamensis* en relación con su replicación. La gráfica tiene la forma de una curva (Fig. 3). Usando una gráfica de este tipo se puede calcular la cantidad de la vitamina presente en una muestra de suero 3 días después de inocular la muestra con el organismo.

Comparando la concentración de la vitamina en suero ovino según el método microbiológico con la concentración según los radioensayos se ve que los radioensayos siempre dan valores más altos que el ensayo microbiológico (ver Tabla 1). La diferencia entre los dos resultados representa la concentración de los análogos de la vitamina medida por los radioensayos. Sin embargo, si se hace la misma comparación usando suero bovino, los radioensayos siempre dan valores más bajos (ver Tabla 2) (Carlos et al., 1987).

Tabla I
Las concentraciones de la vitamina B12 en suero ovino medidas por dos ensayos distintos.

P. malhamensis	Radioensayo
440 +/- 31,7	681 +/- 40,9
563 +/- 50,3	700 +/- 63,7
304 +/- 12,3	404 +/- 42,1
455 +/- 27,9	810 +/- 59,0
581 +/- 22,1	841 +/- 47,4

Las concentraciones son expresadas en pg/ml +/- s.e.m. (n = 30)

Tabla II
Las concentraciones de la vitamina B12 en suero bovino medidas por dos ensayos distintos.

P. malhamensis	Radioensayo
262 +/- 22,2	130 +/- 16,5
301 +/- 19,1	179 +/- 16,5
339 +/- 31,8	235 +/- 16,5

Las concentraciones son expresadas en pg/ml +/- s.e.m. (n = 10)

En el caso del suero bovino parece ser que los radioensayos son incapaces de medir toda la vitamina B₁₂ presente. Para medir la vitamina en una muestra los radioensayos tienen que liberar la vitamina de las transcobalaminas. Las transcobalaminas son moléculas necesarias para el transporte de la molécula de vitamina B₁₂ (también llamada cobalamina) en el animal mamífero. No se puede medir la vitamina B₁₂ que queda enlazada a las transcobalaminas. Una explicación para las diferencias entre las respuestas de los distintos ensayos al suero ovino y bovino puede ser que las transcobalaminas bovinas forman enlaces con la vitamina más fuertes que las formadas por las transcobalaminas ovinas y que los radioensayos no pueden liberar la vitamina B₁₂ en muestras de suero bovino. Es necesario caracterizar las transcobalaminas de las distintas especies para saber si tales diferencias existen. De todas formas este tema ilustra algo muy importante. Es bastante común el desarrollo de un método de análisis usando muestras de sangre o tejidos de una especie y su uso para medir un analito en otra especie sin ninguna otra caracterización del método. Como es el caso de la medición de la

vitamina B₁₂ en ganado ovino y bovino, tal práctica es susceptible a errores muy significativos. Se debe usar un método de análisis solamente para la especie para la que el método ha sido caracterizado, y en ninguna otra especie.

Para obviar la necesidad de medir la concentración de la vitamina B₁₂ en la sangre con todos los problemas asociados con esa medición, estamos actualmente investigando el uso de otro criterio de deficiencia de cobalto en la Estación Agrícola Experimental del CSIC en León.

A través de su presencia en la molécula de la vitamina, el cobalto es necesario en la conversión del ácido propiónico a glucosa vía gluconeogénesis; la vitamina es un cofactor de la metil-malonil coenzima-A mutasa, la cual efectúa la conversión de metil-malonil coenzima-A a succinil coenzima-A. En caso de una deficiencia de cobalto los microbios del rumen no pueden sintetizar la vitamina B₁₂ en cantidades suficientes para permitir que esta conversión proceda eficientemente y hay una acumulación de metil-malonil coenzima-A. Este compuesto se puede aislar y analizar como ácido metilmalónico por medio de cromatografía de gases. Como los microbios del rumen necesitan la vitamina B₁₂ para efectuar la misma conversión en su propio metabolismo, los niveles del metil-malonil coenzima-A aumentan también en el líquido ruminal. Es posible que se pueda usar la acumulación de metil-malonil coenzima-A como un método para el diagnóstico de la deficiencia de cobalto en el rumiante. Actualmente no tenemos bastantes datos para llegar a una conclusión de si hay alguna diferencia entre los niveles de este metabolito en animales con o sin deficiencias.

CONCLUSIONES

1. Las plantas necesitan minerales para los procesos metabólicos que generan su crecimiento, la mayoría de los cuales los obtienen del suelo.
2. Distintas especies y variedades de plantas han evolucionado para crecer en concentraciones muy distintas de minerales del suelo.
3. La composición mineral de los suelos varía en las distintas zonas geográficas en relación con el sustrato geológico, originando zonas de deficiencias o excesos.
4. Los rumiantes obtienen los minerales que necesitan de la hierba y otros recursos alimenticios. Como la composición de la dieta varía, el *status* mineral de los animales está también sometido a variaciones.
5. El ganado en España generalmente recibe suplementos minerales aunque no se haya estudiado su *status* mineral. Es muy posible que dichos animales no necesiten estos suplementos. La ingestión de suplementos puede provocar deficiencias de otros elementos con las consecuentes pérdidas económicas.

6. Sería deseable conocer las zonas de posibles deficiencias o excesos minerales para poder de este modo tomar decisiones respecto a la suplementación.

7. La determinación del status mineral de los suelos y la hierba tiene que tener en cuenta las posibles interacciones entre los componentes de la dieta que pueden afectar la disponibilidad de los elementos para los animales.

8. Existen métodos fiables para la determinación del status mineral de los animales con respecto a algunos de los minerales esenciales pero no para todos. En el caso de deficiencia de cobalto, que se traduce en una deficiencia de la vitamina B₁₂, no existen técnicas fiables para medir la concentración de la vitamina en los tejidos animales. La medición de la concentración del ácido metil-malónico en el líquido ruminal puede ser útil en el diagnóstico de dicha deficiencia hay investigaciones en progreso para superar el problema.

BIBLIOGRAFIA

BROOKS, R.R. Y MALAISE, F. (1985) The heavy metal tolerant flora of SouthCentral Africa. Balkema, Rotterdam.

CARLOS, G. (1985) PhD Thesis. University of Leeds, UK.

CARLOS, G., GIVENS, D.L., JOHNSON, C.L., SLADE, G. Y TELFER, S.B. (1985a) En: Trace element metabolism in man and animals (5). Eds C.F. Mills, I. Bremner and J.K. Chesters. C.A.B., Slough, UK. p 675.

CARLOS, G., ZERVAS, G., DRIVER, P., ANDERSON, P., ILLINGWORTH, D., AL-TEKRITY, S. Y TELFER, S.B. (1985b) En: Trace element metabolism in man and animals (5). Eds C.F. Mills, I. Bremner and J.K. Chesters. C.A.B., Slough, UK. p714.

CARLOS, G., TELFER, S.B., JOHNSON, C.L, GIVENS, D.L., WILKINS, R.J. Y NEWBERRY, R.D. (1987) J. Dairy Sci., 54, 463.

CUNNINGHAM, I.J. (1949) N. Z. J. Agric., 8, 583.

DLCK, A.T. (1954) Aust. J. Agric. Res. 5, 511.

EPSTEIN, E. (1972) Mineral nutrition of plants. Principles and perspectives. Academic Press, London.

GARCIA, A. (1987) An. Edaf. Agro., 46, 1219.

GARCIA, A., CARLOS, G. Y BERMUDEZ, F. (1991) Coenoses (en prensa).

GARCIA, A. Y CLARK, S. (1985a) En: Heavy y metals in the environment. Vol. 2. C.E.P. Consultants, Edinburgh. p 295.

GARCIA, A. Y CLARK, S. (1985b) En: Heavy metals in the environment. Vol. 2. C.E.P. Consultants, Edinburgh. p 334.

GARCIA, A. Y CLARK, S. (1989) Vegetatio, 79, 278.

HILL, C.H. Y MATRONE, G. (1970) Fed. Proc., 29,1474.

HOEKSTRA, W.G. (1974) En: Trace element metabolism in man and animals (2). Eds W.G. Hoekstra, J.W. Suttie, H. Ganther and E. Mertz. Uni. Park Press, Baltimore, US. p 61.

- MILLS, C.F. (1974) En: Trace element metabolism in man and animals (2). Eds W.G. Hoekstra, J.W. Suttie, H. Ganther and E. Mertz. Uni. Park Press, Baltimore, US. p74.
- MILLS, C.F. Y DALGARNO, A.C. (1976) Br. J. Nutr., 35, 309.
- MILLS, C.F. Y WILLIAMS, R.L. (1971) Br. J. Nutr., 26,117.
- PARIZEC, J. (1957) J. Endocr. 15, 56.
- ROBB, D.A. (1983) En: Metals and micronutrients. Uptake and utilization by plants. Eds D.A. Robb and W.S. Pierpoint. Academic Press, NY, US.
- SCOTTISH AGRICULTURAL COLLEGES (1982) Trace element deficiency in ruminants. Scottish Agricultural Colleges, Edinburgh.
- SUTTLE, N.F. (1975) En: Trace elements in soil-plant-animal systems. Eds D.J.D. Nicholas and A.R. Egan. Academic Press, NY, US. p271.
- SUTTLE, N.F. Y MILLS, C.F. (1966) Br. J. Nutr., 20,149.
- TELFER, S.B., ZERVAS, G. Y CARLOS, G. (1984) Anim. Prod., 38, 561.
- UNDERWOOD, E.J. (1977) Trace elements in human and animal nutrition. 4^a Ed. Academic Press, NY, US.
- UNDERWOOD, E.J. (1981) The mineral nutrition of livestock. 2^a Ed. C.A.B., Slough, UK.
- ZERVAS, G. y CARLOS, G. (1987) World Revs in Anim. Prod., 23, 51.
- ZERVAS, G., TELFER, S.B., CARLOS, G. Y ANDERSON, P. (1988) Anim. Feed Sci. and Technol., 21, 23.

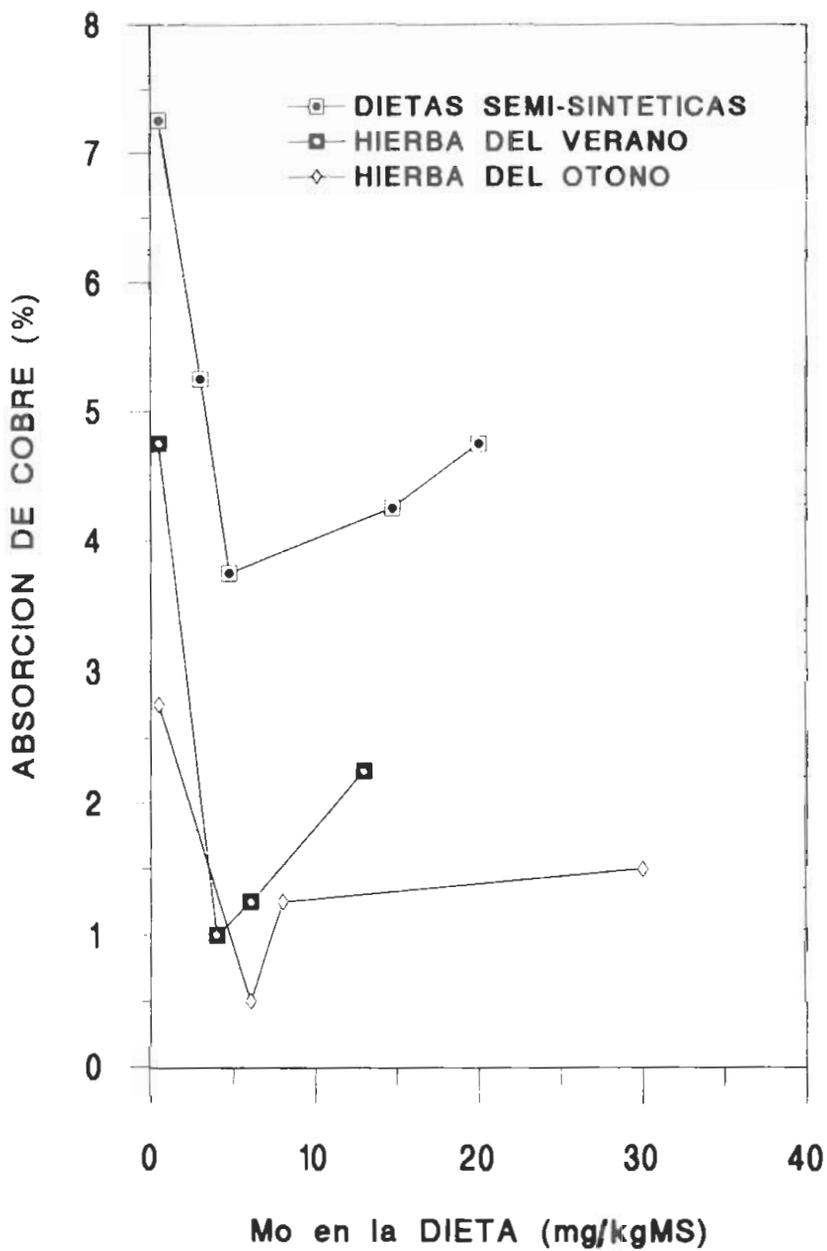


Fig.1: Relación entre la absorción del cobre y el contenido en molibdeno de la dieta (Suttle, 1975).

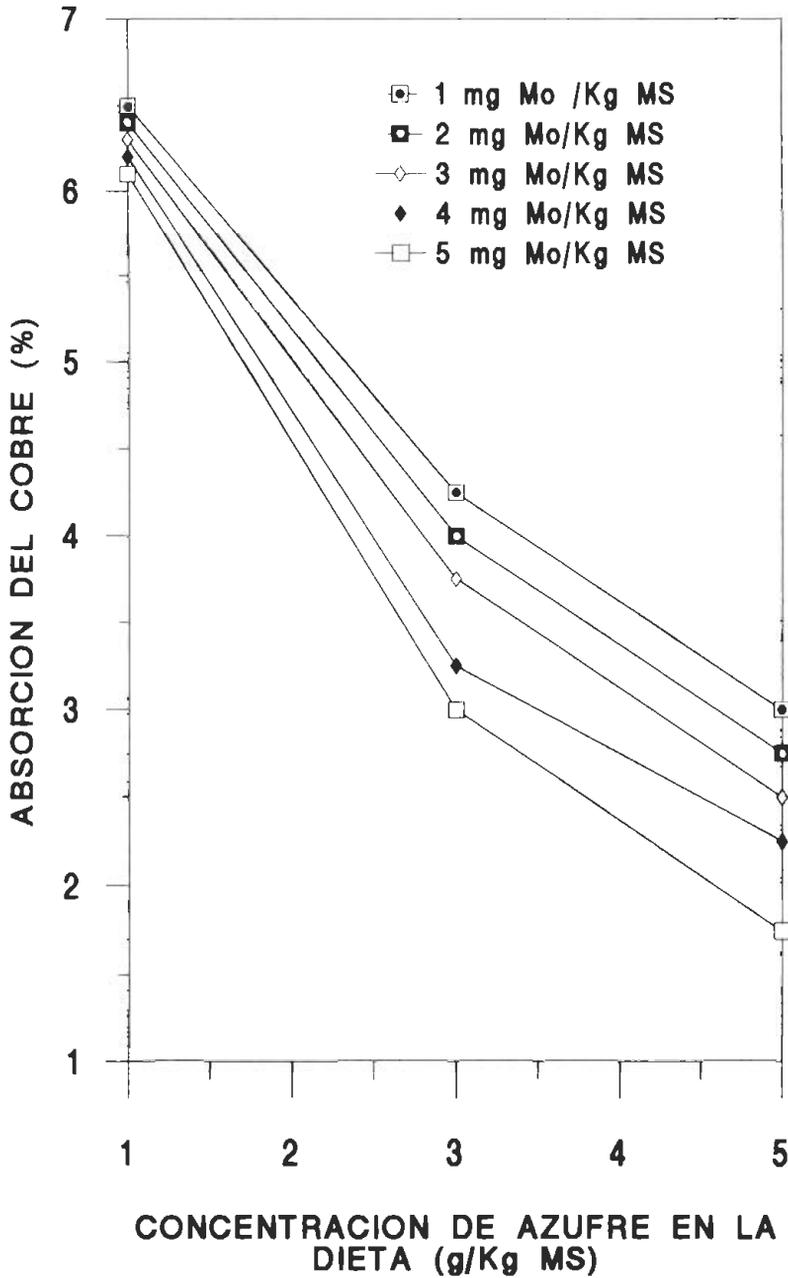


Fig.2: Relación entre el contenido de molibdeno y azufre en la dieta y la absorción de cobre. (Suttle, 1975).

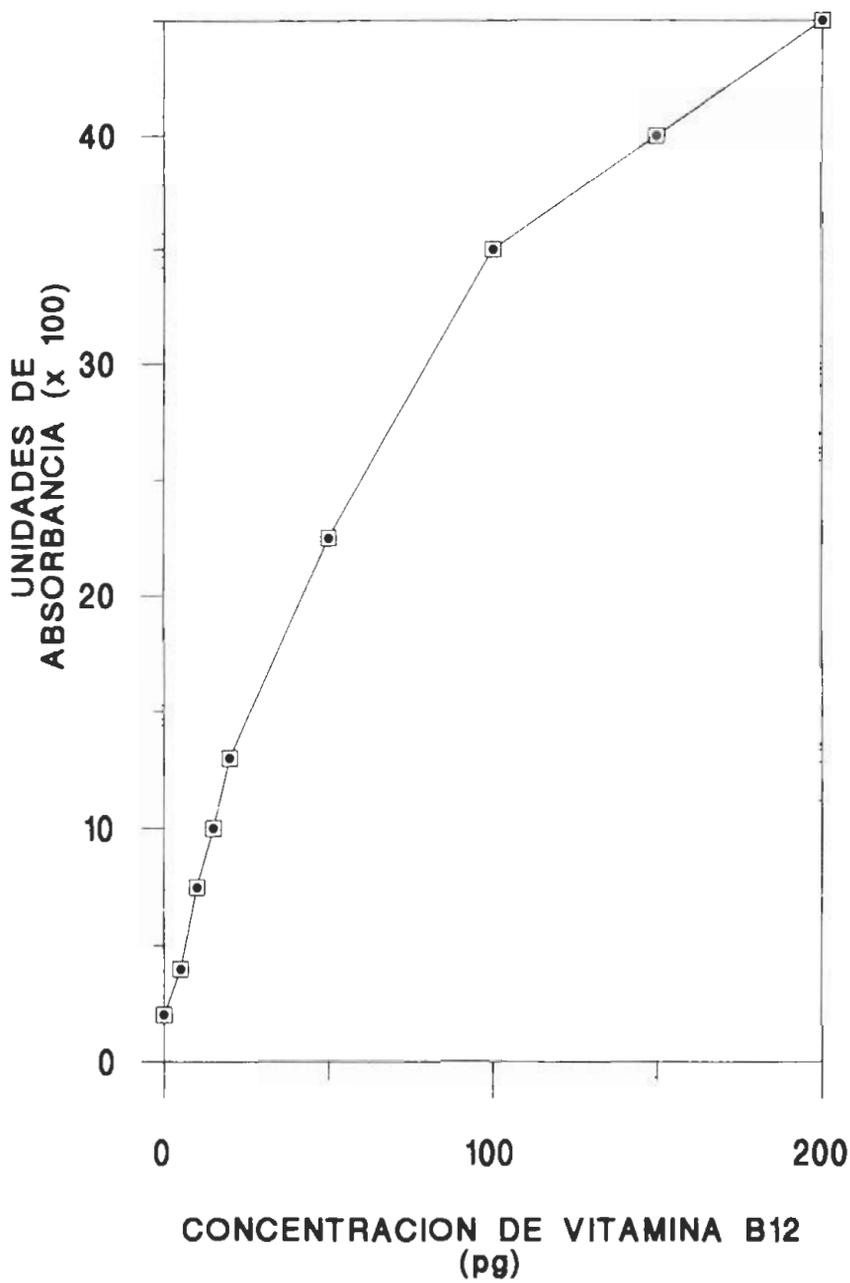


Fig. 3: Replicación de *poteriochromonas malhamensis* en relacion con la concentración de la vitamina B₁₂.

PRODUCCION ANIMAL

METODOS Y ESTRATEGIAS PARA EL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO DE RUMIANTES

Bermúdez, F.F., Amor, J. y García A.
Estación Agrícola Experimental, CSIC. Apdo. 788, 24080 León.

El conocimiento actual sobre la interacción planta/animal en los ecosistemas de pastoreo se deriva de experimentos, que bien permiten aumentar nuestra información o bien amplían nuestras ideas o conceptos. El primer caso está relacionado con la descripción, mientras que el segundo trata de entender que es lo que está ocurriendo en el sistema. Para comprender estos ecosistemas y poder predecir las consecuencias de los cambios en el manejo de los mismos, es necesario usar métodos y técnicas que permitan el estudio de las complejas interacciones en el proceso biológico entre plantas, animales y suelo.

Las relaciones planta/animal forman parte de un sistema ecológico abierto donde el flujo de energía procedente de la fotosíntesis pasa desde la planta al herbívoro y retorna al suelo con los residuos del animal (Taylor y Templeton, 1973). El reciclado de elementos minerales es vital para el sistema, y su balance puede ser alterado si las producciones vegetales o animales se eliminan del ciclo. En condiciones extensivas, es necesaria la regulación de la densidad de herbívoros para mantener la producción de forraje, de otro modo puede tener lugar el sobrepastoreo o la infrautilización. Según esto, la esencia del problema del pastoreo es la variabilidad, ya que nada permanece constante de día a día, por tanto, no es sorprendente el grado de imprecisión relacionado con los estudios de pastoreo. (Van Soest, 1982).

PROBLEMAS DE EVALUACION

No toda la producción del pasto es utilizable por los herbívoros domésticos. Los herbívoros salvajes pueden competir con los domésticos, y además, la materia vegetal muerta no consumida se descompone. El balance del sistema indica, que solo aproximadamente el 50 % de la producción total está disponible para el herbívoro doméstico (Van Soest 1982).

En los sistemas de pastoreo una de las mayores dificultades es la estimación del aporte nutritivo que los animales pueden obtener de los pastos y otros recursos en relación con sus necesidades nutritivas en las distintas fases del ciclo productivo. La estimación de la producción y calidad del pasto se pueden obtener por distintos métodos. La producción de pasto se expresa como producción de materia seca. Sin embargo, la medida de esta producción en condiciones de pastoreo no es una cuestión tan simple. El cortado de zonas protegidas del pastoreo mediante jaulas de exclusión, para eliminar el efecto del animal sobre las plantas, y efectuado a una altura relativamente uniforme puede que no refleje el pastoreo selectivo de los animales.

Una aproximación más directa es conseguir la materia vegetal que el animal consume de hecho. Esto puede ser llevado a cabo mediante animales provistos de fístula esofágica o ruminal, o bien por medio de análisis del material fecal. Las muestras obtenidas por medio de fístulas esofágicas o ruminales mediante el vaciado del rumen presentan el problema de la contaminación con saliva que contiene componentes minerales y materia orgánica. El análisis botánico del material fecal (García-González, 1984) es un procedimiento muy lento y que necesita personal técnico experto. Sin embargo, es difícil relacionar los resultados con la composición química porque los componentes más digestibles no están representados en la misma proporción en las heces. El método puede ser aplicado a las extrusas esofágicas y a contenido ruminal.

La ingestión y la digestibilidad del forraje consumido no se puede obtener directamente. Los métodos más utilizados para estimar la ingestión se basan en la determinación de la excreción de heces y la digestibilidad "in vitro" (Tilley y Terry, 1963) de la dieta seleccionada por los animales provistos de fístulas esofágicas (Bath et al. 1956; Van Dyne y Torell 1964).

Los restos fecales se pueden medir mediante bolsas de recogida sujetas al animal por arneses, técnica que tiene las desventajas de ser muy laboriosa además del posible efecto del peso de las heces sobre el animal que puede afectar sus hábitos de pastoreo. Por estas razones, se han desarrollado técnicas de indicadores para la estimación de la producción fecal (Kotb y Luckey 1972). La técnica consiste en la administración de cantidades conocidas de una sustancia química no tóxica, indigestible, y fácilmente dispersable (comunmente se utiliza el óxido crómico, Cr_2O_3) durante un periodo de siete o más días, de este modo esta sustancia se distribuye uniformemente a través del tracto digestivo, y mientras continúa la administración, se recogen muestras representativas de heces del recto (*grab-sampling*) durante un periodo subsiguiente de cuatro a seis días. A partir de la cantidad de indicador administrado y su concentración en las heces, se puede estimar la producción diaria de heces. Una alternativa, es la preparación de bolos que se desintegran en el rumen a una velocidad constante, y recoger muestras de heces en periodos que no se vean afectados por la variación en la curva de excreción fecal (Laby et al. 1984) aunque esta técnica también tiene dificultades (Parker et al. 1991).

Los alcanos de cadena larga, sustancias digestibles y fáciles de analizar que están presentes en la cutícula de las plantas, son de gran valor como indica-

dores internos. Mientras que la recuperación de los alcanos con 29, 31 y 33 átomos de carbono es menor que la de 35, su concentración en el pasto es 5 a 9 veces mayor. Los errores que se cometen en la estimación de la digestibilidad y en la ingestión se reducen si se administran alcanos de cadena par de longitud similar a los encontrados en el pasto para determinar su recuperación. (Mayes *et al.* 1986).

La medida de la ingestión y digestibilidad dejan el resto de la variación del rendimiento animal bajo el concepto de eficiencia. El método más simple y antiguo para medir la eficiencia es la determinación del peso y composición corporal mediante el método del sacrificio comparativo, técnica que no necesita de aparatos complicados aunque es caro en cuanto a animales. Existen distintos métodos para estimar la composición corporal "in vivo". El principio empleado es que el peso corporal magro (peso vivo vacío menos el peso de la grasa) es de una composición razonablemente constante. Esto significa que midiendo el contenido en agua (mediante técnicas de dilución de isótopos) se puede estimar el peso de la proteína y cenizas, y si se conoce el peso total, restándole el peso corporal magro se conoce el peso de la grasa (McDonald *et al.* 1981). Una dificultad está en que los marcadores no se mezclan únicamente con el agua corporal, sino que están presentes en el aparato digestivo que en los rumiantes puede llegar a ser hasta el 30 % del total del agua corporal total.

Una técnica interesante es el índice de condición corporal que es un método subjetivo desarrollado en Australia, y normalizado en el Hill Farming Research Organization. Está basado en una escala de seis puntos, de 0 a 5. La estrecha relación entre la condición corporal y la grasa corporal (Russel, Doney y Gunn, 1969) ha mostrado su valor potencial desde el punto de vista de la investigación y del manejo de los animales.

El gasto energético de los animales en pastoreo es muy superior al de los animales mantenidos en confinamiento. Para el ganado ovino se han encontrado incrementos en las necesidades energéticas para mantenimiento (EMm) en pastoreo en relación con las de animales estabulados, que oscilan entre el 25 y el 100 % (Prieto, 1991). La determinación directa de los gastos de mantenimiento de los animales en pastoreo libre mediante analizadores portátiles del intercambio respiratorio suele sobrestimar los resultados debido al gasto energético del transporte de los aparatos. En la actualidad existen dos técnicas de dilución isotópica que están bien correlacionadas en la práctica con el gasto energético de los animales: el método del agua doblemente marcada (DLW) y el del bicarbonato marcado (CERT, CO₂-entry rate) (Prieto, 1992).

EXPERIMENTOS DE PASTOREO A GRAN ESCALA

Los principales factores que se han estudiado en los experimentos convencionales de pastoreo a gran escala y a largo plazo son la carga ganadera, el manejo, la fertilización, el tipo de pasto y el rendimiento animal. La intensidad o presión de pastoreo se define como el número de animales por unidad de superfi-

cie. La respuesta animal a la intensidad de pastoreo es muy compleja y compuesta por un elevado número de factores, algunos de los cuales han sido descritos por Raymond (1969). Una presión de pastoreo baja permite que el pasto se desarrolle y madure de modo que la respuesta individual del animal puede reducirse debido a la disminución en la calidad del pasto y una menor ingestión de nutrientes digestibles. Un aumento en la presión de pastoreo da como resultado un aumento en la producción animal por unidad de superficie, y la máxima producción es definida como capacidad de carga.

Los primeros trabajos relacionados con el manejo y producción de pastos fueron revisados por Brougham (1959), con resultados dispares en la producción con manejos similares. En sus propios experimentos mostró que en pastos de ray-grass-trébol, pastoreos intensivos maximizan la producción, mientras que una disminución en la intensidad da una producción intermedia. Mott (1960) propuso que la relación entre la carga ganadera y la ganancia por animal no es lineal, con pequeñas reducciones en la ganancia hasta una carga óptima seguida de una severa reducción por encima de este punto. Owen y Ridgman (1968) y Conniffe et al. (1970) han seguido este modelo. En contraste, otros autores han propuesto que la producción por animal disminuye linealmente cuando aumenta la carga ganadera. Hay referencias respecto a una disminución lineal de Riewe (1961), Cowlishaw (1969) y Bennett et al. (1970), mientras que Morley y Speeding (1968) y Hart (1972) han indicado que la relación es de una disminución lineal en la región de una carga ganadera óptima.

En el caso de la producción por hectárea, todos los investigadores han postulado por una relación curvilínea con la carga ganadera y Langlands y Bennett (1973) han ajustado ecuaciones cuadráticas en la situación donde la producción por animal disminuye con la carga ganadera. Jones y Sandland (1974) y Sandland y Jones (1975) han presentado un análisis exhaustivo de los datos publicados que apoyan esta relación.

La integración de estos factores complejos puede ser llevada a cabo por medio de modelos de simulación por ordenador para hacer una evaluación equilibrada de los efectos de los distintos parámetros. Los modelos son de gran valor para determinar el efecto total de una serie de factores y para evaluar las limitaciones de la información existente (Rice *et al.* 1974 y Rice 1985). Hart (1972) y Corbett (1976) han especulado sobre cómo reacciona el modelo lineal que relaciona la ganancia por animal y carga ganadera a diferentes niveles de producción de hierba o con diferentes calidades nutritivas. Hart (1985) en una aproximación a la modelización de la teoría de la carga ganadera, propuso un modelo que asume que el crecimiento del pasto es una función cuadrática de la biomasa de hierba (como materia seca), pero este crecimiento disminuye a medida que avanza la estación de crecimiento y no permanece constante. La digestibilidad disminuye al avanzar la estación. La ingestión de materia seca digestible aumenta linealmente con el incremento en la producción de materia seca digestible; este aumento es menor cuanto mayor sea el peso del animal. La ganancia por animal es una función logarítmica del peso del animal por la ingestión de materia seca digestible.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que, aunque la modelización de los sistemas puede ser de gran ayuda para predecir efectos en los sistemas complejos, científicamente presentan el riesgo de que se pierdan de vista las relaciones causa-efecto y las teorías alternativas. Puesto que los sistemas planta-animal presentan gran diversidad de situaciones, puede que no sea posible conseguir métodos o modelos que los abarquen en su totalidad (Van Soest, 1982).

EXPERIMENTOS DE PASTOREO CON MEDIDAS DETALLADAS

En los últimos años se han desarrollado métodos basados en el estudio detallado del crecimiento y estructura del pasto y del comportamiento ingestivo de los animales. De esta forma se ha proporcionado una base racional para indicar directrices prácticas de manejo de los sistemas. Estas nuevas ideas provienen del conocimiento de la fisiología del crecimiento de la hierba sometida a pastoreo, en mayor medida que los experimentos convencionales basados en la teoría de la carga ganadera, y forman parte del modelo desarrollado por Parsons *et al.*, (1983) en el cual el balance entre fotosíntesis, producción vegetal bruta, materia muerta vegetal e ingestión de hierba, que puede obtenerse a partir de prados mantenidos a diferentes alturas, han sido derivados del estudio del balance de carbono en prados pastados y de estudios de la velocidad de crecimiento y senescencia de tallos individuales (Birchem y Hodgson, 1983; Grant *et al.*, 1983).

El mayor crecimiento de hierba tiene lugar en pastos altos (mantenidos con elevadas áreas foliares por unidad de superficie), en los que la mayoría de la luz solar disponible es interceptada por las hojas fotosintéticamente eficientes. Pero, quizás sorprendentemente, esto no acarrea la ingestión máxima de hierba por hectárea. Esto se produce porque el ciclo del desarrollo de las hojas en la mayoría de los forrajes perennes se produce de forma rápida. Cada vez que aparece una hoja nueva, cada 11 días aproximadamente entre Abril y septiembre, la hoja más vieja de cada tallo muere. Como resultado, en prados pastados con poca intensidad, para mantener una elevada área foliar, muchas de las hojas producidas mueren sin ser consumidas por los animales. Por el contrario, en zonas pastadas con más intensidad, una mayor proporción de la hierba producida es consumida antes de que muera. Con este incremento en la eficiencia de utilización, la cantidad de hierba producida por hectárea es mayor, aunque la producción bruta de materia vegetal se reduzca (Parsons, 1985).

Hodgson (1977) y Chambers *et al.* (1981) han indicado la importancia que tiene el comportamiento de los animales sobre la comprensión de los factores que afectan a la ingestión y gasto energético del ganado ovino y vacuno. Hodgson (1986) describió la actividad típica del animal en pastoreo como un movimiento constante de avance con la cabeza basculando de un lado a otro, mientras la hierba es agrupada con los labios (con la lengua en los bovinos), sujeta por la presión de los incisivos inferiores contra la mandíbula superior, y arrancada con un movimiento de cabeza. La hierba así cortada es manipulada dentro de la boca por la lengua y los movimientos mandibulares y finalmente tragada. La medida del

comportamiento ingestivo por observación visual directa es una tarea laboriosa y difícil, si no imposible en el caso de observaciones continuadas de varios animales a la vez o por la noche (Penning et al., 1983). La mayoría de las investigaciones sobre este tema han usado una combinación de varias técnicas: medida del movimiento de la cabeza (Allden, 1962; Chambers et al., 1981), del movimiento mandibular (Welch y Smith, 1969; Ruckebusch y Bueno, 1973; Law y Sudweeks, 1975; Duckworth y Shirlaw, 1975; Stobbs y Cowper, 1972; Wilson y Fyynn, 1979; Penning, 1983 y 1984) y de la posición de la cabeza (O'Shea, 1969; Jones y Cowper, 1975; Chambers et al., 1981).

La cantidad ingerida por bocado es la respuesta primaria del animal a la variación de las características físicas del pasto (Hodgson, 1986), y se ha demostrado que está relacionada de forma positiva con la cantidad de materia fresca o la altura de la superficie de la hierba (Hodgson, 1981; Penning, 1985), siendo esta relación lineal hasta valores apreciablemente altos de cualquiera de estas variables. Como consecuencia, al aumentar la altura de la hierba, las ovejas o las vacas disminuyen el número de bocados, aunque el número total de movimientos mandibulares (preñión más masticación) cambia sorprendentemente poco ya que cuanto menor es el bocado menos masticación requiere. El tiempo total de pastoreo también se ve reducido. En pastoreo muy intensivo (altura del pasto 6 cm) la ingestión se ve de nuevo disminuida.

La aplicación de estas ideas ha llevado a desarrollar un método esencialmente práctico de conocer el rendimiento de la hierba y de los animales en pastoreo, basado en los perfiles estacionales de la altura de la hierba.

SITUACION ACTUAL

Hasta hace relativamente poco, la política económica en vigor tendía a favorecer y financiar la adopción de métodos intensivos dirigidos a obtener la máxima producción de cultivos y de productos animales. En esta época se eliminaron setos, se desecaron humedales, se utilizaron masivamente herbicidas y pesticidas, y se incrementó el uso de fertilizantes, en particular de Nitrógeno. Muchas de estas prácticas han producido un efecto significativo sobre el paisaje, reduciendo la diversidad de la vida silvestre y contaminando las aguas. Esta sobreexplotación agrícola puede producir en último término la degradación ambiental. Una política "verde", por el contrario, penalizaría la agricultura intensiva (Maxwell, 1990). Lo extremo de estas dos posiciones puede llevar a pensar que la agricultura y la conservación del entorno están en conflicto. Sin embargo, existe la posibilidad de compatibilizar la producción de bienes agrícolas con la utilización de estas zonas para servicios y con la conservación de espacios naturales (Hawey y Whitby, 1988). Dado que estamos entrando en un periodo de cambio en el uso de la tierra -bien por presiones económicas, bien por el cambio global del clima- podemos encontrarnos de forma cada vez más frecuente con circunstancias que se aparten del rango de nuestra experiencia previa. Es necesario, por tanto, proporcionar una base para la realización de modelos que ayuden a prever las consecuencias de estos cambios, en una forma en que las observaciones empíricas por sí solas no pueden.

Gran parte del progreso conseguido en los últimos años proviene de datos de praderas implantadas y muchas de las generalizaciones son difíciles de aplicar a los sistemas tradicionales de pastoreo utilizados en nuestro país. En nuestras latitudes, la mayoría de los pastos fueron originados por la acción del hombre y su ganado. Las comunidades vegetales así formadas son inestables y pequeñas variaciones pueden producir cambios drásticos. En zonas áridas, caracterizadas por la escasez de agua, las prácticas agrícolas inadecuadas, el sobrepastoreo y los incendios incontrolados pueden provocar la destrucción del suelo y la desertificación. Las zonas áridas y de montaña (buena parte de nuestro territorio) presentan un problema común: la fragilidad en el equilibrio del ecosistema (Bermúdez, 1991). Los pastos naturales están formados por una gama de especies vegetales que aparecen en comunidades vegetales discretas. Existe una amplia variación en la composición de sus especies así como en la estructura y digestibilidad de la materia vegetal.

El tipo de comunidad afecta, por tanto, al nivel de ingestión logrado por los animales (Amstrong *et al.*, 1986). Además de proporcionar alimento para el ganado, estas comunidades son también un importante recurso natural que contiene otros tipos de plantas y animales susceptibles de ser conservados (Ratcliffe y Tompson, 1988). Los herbívoros de gran tamaño pueden ser usados para el manejo de la vegetación, manteniendo las comunidades en un estado sucesional determinado o para imponer un cambio controlado de acuerdo con el objetivo que se proponga (Gordon y Duncan, 1988). Para poder utilizar estas comunidades con fines agrícolas, conservacionistas o de esparcimiento es esencial mejorar nuestra capacidad para comprender y predecir el impacto de los grandes herbívoros en estas zonas. Este impacto proviene principalmente de su comportamiento ingestivo y la selección de su alimento (su estrategia de pastoreo) (Gordon y Iason, 1989).

Para comprender estos sistemas es necesario llevar a cabo experimentos, algunos de ellos a gran escala, pero con estudios detallados sobre la diversidad, estructura (Alonso *et al.*, 1992), dinámica (Celaya *et al.*, 1992), calidad (Alonso *et al.*, 1992) y crecimiento de las comunidades vegetales, así como de la ingestión, selección, comportamiento ingestivo y rendimiento de diferentes especies y razas de animales (Osoro *et al.*, 1992; Mantecón *et al.*, 1992; Revealedo *et al.*, 1992).

REFERENCIAS

ALLDEN, W.G. (1962). The herbage intake of grazing sheep in relation to pasture availability. *Proceedings of the Australian Society of animal Production*. 4, 163-166.

ALONSO, I., GARCIA, A., BERMUDEZ, F.F. Y AMOR, J. (1992). Evolución de la composición química y digestibilidad, durante las épocas de pastoreo, de seis comunidades vegetales en un puerto de montaña. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P. Pamplona* pp. 202-206.

ALONSO, I., BERMUDEZ, F.F., GARCIA, A., REVESADO P.R., MANTECON, A.R., GONZALEZ J.S. Y CARLOS, G. (1992). Estudio de las comunidades de interés pascícola en un puerto de montaña: 1. Estructura y calidad del pasto. *Actas de las III Jornadas de la Sociedad Española de Ecología*. pp. 189-190.

AMSTRONG, R.H., COMMON, T.G. Y SMITH, H.K. (1986). The voluntary intake and "in vivo" digestibility of herbage harvested from indigenous hill communities. *Grass. and Forage Science*. 41, 53-60.

BATH, D.L., WILLIAN, C.W. Y TORELL, D.T. (1956). The use of esophageal fistula for the determination of consumption and digestibility of pasture forage by sheep. *J. Anim. Sci.* 15, 1166.

BENNETT, D., MORLEY, F.H.W., CLARK, K.W. Y DUDZINSKI, M.L. (1970). The effect of grazing cattle and sheep together. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 10, 694-709.

BERMUDEZ, F.F. (ed.) (1991). Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña. CSIC. Madrid.

BIRCHAM, J.S Y HODGSON, J. (1983). The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. *Grass. and Forage Science*. 38, 323-331 .

BROUGHAM, R.W. (1959). The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of pasture of short-rotation ryegrass and red and white clover. *N. Z. J. Agric. Res.* 2,1232-1248.

CELAYA, R., OLIVAN, M. Y OSORO, K. (1992). Dinámica vegetal en comunidades de *Agrostis-Festuca-Nardus* y *Callunna-Genista polygaliphyla* pastadas por vacuno y ovino. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P. Pamplona* pp. 134-139.

CHAMBERS, A.R.M., HODGSON, J. Y MILNE, J.A. (1981). The development and use of equipment for the automatic recording of ingestive behaviour in sheep and cattle. *Grass. and Forage Science*. 36, 97-105.

CONNIFFE, D., BROWN, D. Y WALSHE, M.J. (1970). Experimental design for grazing trials. *J. Agric. Sci., Camb.* 74, 339-342.

CORBETT, J.L. (1976). Usefulness to the animal producer of research findings on nutritional aspects of the growth at grazing animals. *Proc. Aust Soc. Anim. Prod.* 11, 281-288.

CORBETT, J.L., FARRELL, D.J., LENG, R.A., MCCLYMONT, G.L. Y YOUNG, B.A. (1971). *Br. J. Nutr.* 26, 277-291.

COWLISHAW, S.J. (1969). Carrying capacity of pastures. *J. Br. Grassl. Soc.* 24, 207-214.

DUCKWORTH, J.E. Y SHIRLAW, D.W. (1955). The development of an apparatus to record the jaw movements of cattle. *British Journal of Animal Behaviour*. 3, 56-60.

GARCIA-GONZALEZ, R. (1984). L'emploies épidermes végétaux dans la détermination du régime alimentaire de l'Isard dans les Pyrénées occidentales. *Documents d'Écologie Pyrénéenne*, III-VI: 307-313.

GORDON, I.J. Y DUNCAN, P. (1988). Pastures new for conservation. *New Scientist*. 117 (1604), 54-59.

GORDON, I.J. Y IASON, G.R. (1989). Foraging strategy of ruminants: its significance to vegetation utilization and management. *Annual report 1988-89. The Macaulay Land Use Research Institute*. pp. 34-41.

GRANT, S.A., BARTHURAM, G.T., TORVELL, L. KING, J. Y SMITH, H.K. (1983). Sward management, lamina turnover and tiller population density in continuously stocked *Lolium perenne*-dominated swards. *Grass. and Forage Science*. 38, 333-344.

HART, R.H. (1972). Forage yield, stocking rate, and beef gains on pasture. *Herb. Abstr.* 42, 345-353.

HART, R.H. (1985). Stocking rate theory and grazing research. A modeling approach. En: *Grazing Research at Northern Latitudes*. Olafur Gudmundsson, ed. NATO ASI series. Plenum press. Newyork. pp. 301-310.

HARVEY, D. Y WHITBY, M. (1988). Issues and policies. En: *Land use and the European Environment*. M. Whitby and J. Ollerenshaw. (Eds.). Belhaven Press. London.

HODGSON, J. (1986). Grazing behaviour and herbage intake. En: *Grazing*. J. Frame, ed. British Grassland Society. Occ. Simp. No. 19. pp. 51-64.

HODGSON, J. (1977) Factors limiting herbage intake by the grazing animal. *Proceedings of International Meeting on animal Production From Temperate Grassland. Dublin*. pp. 70-78.

HODGSON, J. (1981). Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate herbage intake by calves and lambs. *Grass. and Forage Science*. 36, 49-57.

JONES, R.J. Y COWPER, L.J. (1975) A lightweight, electronic device for measurement of grazing time in cattle. *Tropical Grasslands*, 9, 235-241.

JONES, R.S. Y SANDLAND, R.L. (1974). The relation between animal gain and stocking rate. *J. Agric. Sci., Camb.* 83, 335-342.

KOTB, A.R. Y LUCKEY, T.D. (1972). Markers in nutrition. *Nut Abstr. Rev.* (B) 42, 813-845.

LABY, R.H., GRAHAM, C.A. EDWARDS, S.R. Y KAUTZNER, B. (1984). A controlled release intraruminal device for the administration of fecal dry matter markers to the grazing ruminant. *Can. J. Anim. Sci.*, 64 (Suppl.) 337-338.

LANGLANDS, J.P. Y BENNETT, I.L. (1973). Stocking intensity and pastoral production. II. Herbage intake of Merino sheep grazed at different stocking rates. *J. Agric. Sci., Camb.* 81, 205-209.

LAW, S.E. Y SUDWEEKS, E.M. (1975). Electronic transducer for rumination research. *Journal of Animal Science*. 41, 213-218.

LIFSON, N. GORDON, G.B. Y MCCLINTOCK, R. (1955). *Journal of applied Physiology*. 7, 704-710.

MANTECON, A.R., IASON, G.R., GONZALEZ J.S., SIM, D.A. Y BERMUDEZ. F.F. (1992). Efecto de la disponibilidad de pasto y del tiempo de pastoreo sobre el comportamiento ingestivo del ganado ovino de raza merina. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P. Pamplona* pp. 311-315.

MAXWELL, T.J. (1990). Agriculture and land use change. *Annual report 1989-90. The Macaulay Land Use Research Institute. pp.* 3-8.

MAYES, R.W. LAMB, C.S. Y COLGROVE, P.M. (1986). The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *J. Agric.Sci., Camb.* 107, 161-170.

MORLEY, F.H.W. Y SPEEDING, C.R.W. (1968). Agricultural systems and grazing experiments. *Herb. Abstr.* 38, 279-287.

MOTT, G.O. (1960). Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proc. 8th. Int. Grassl. Congr.* pp. 606-611.

O'SHEA, J. (1969). Evaluation of a simple device for measuring the time spent grazing. *Irish Journal of Agricultural Research.* 8, 329-333.

OSORO, K., CELAYA, R. Y OLIVAN, M. (1992). Efecto del porcentaje de matorral de *Calluna vulgaris* y del estado fisiológico sobre la producción de ganado vacuno de carne manejado en pastos de montaña. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P. Pamplona.* pp. 316-320.

OWEN, J.B. Y RIDGMAN, W.J. (1968). The design and interpretation of experiments to study animal production from grazed pasture. *J. Agric. Sci., Camb.* 71, 327-335.

PARKER, W.J., MCCUTCHEON, S.N. Y WICKHAM, G.A. (1991). Effect of administration and ruminal presence of chromic oxide controlled released capsules on herbage intake of sheep. *New Zealand J. Agric. Res.,* 34: 193-200.

PARSONS, A.J. Y JOHNSON, I.R. (1986). The physiology of grass growth under grazing. In: *Grazing. J. Frame*, ed. British Grassland Society. Occ.Simp. No. 19. pp. 3-13

PARSONS, A.J. Y PENNING, P.D. (1989). Understanding plant-animal interactions. En: *The Grassland Research Institute, 40 years on. M. Robson* ed. AFRC Inst. for Grassland and Animal Production. Hurley. pp. 12 -13

PARSONS, A.J., LEAFE, E.L., COLLETT, B. Y LEWIS, J. (1983). The physiology of grass growth under grazing. 2. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. *Journal of Applied Ecology.* 20, 127 -139.

PENNING, P.D. (1983). A technique to record automatically some aspects of grazing and ruminant behaviour in sheep. *Grass. and Forage Science.* 38: 89-96.

PENNING, P.D. (1986). Some effects of sward conditions on grazing behaviour and intake by sheep. In Gudmundsson, O. (ed.) *Grazing Research at Northern Latitudes.* Proceedings of NATO Workshop, Iceland. pp. 219-226.

PENNING, P.D., STEEL, G.L. Y JOHNSON, R.H. (1984). Further development and use of an automatic recording system in sheep grazing studies *Grass. and Forage Science.* 19, 345-351.

PRIETO, C. (1991). Técnicas de estimación del gasto energético en pastoreo. En: *Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña.* F.F. Bermúdez ed. CSIC. Madrid.

RATCLIFFE, D.A. Y THOMPSON, D.B.A. (1988). The British Uplands: Their ecological character and international significance. En: *Ecological Change In the*

Uplands. M.B. Usher & D.B.A. Thompson. (Eds.) Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 9-36.

RAYMOND, W.F. (1969). The nutrition value of forage crops. *Adv. Agron.* 21, 2-18.

REVESADO P.R., MANTECON. A.R., GONZALEZ J.S., FRUTOS, P. RAMOS, G. ALONSO, I. GARCIA, A. Y BERMUDEZ, F. F. (1993). Estudio de las comunidades de interés pascícola en un puerto de montaña: II. Evolucion en la intensidad de selección del pasto por dos razas ovinas (Churra y Merina). *Actas de las III Jornadas de la Sociedad Española de Ecología*. pp.

RICE, R.W. (1985). Models as a tool in grazing management. En: *Grazing Research at Northern Latitudes*. Olafur Gudmundsson, ed. NATO ASI series. Plenum press. Newyork. pp. 291-299.

RIEWE, M.E. (1961). Use of the relationships among herbaceous grassland plants. *Bot. Rev.* 35, 251-284.

RUCKEBUSCH, Y. Y BUENO, L. (1973). Un dispositif simple et autonome d'enregistrement de l'activite alimentaire chez les bovines au paturage. *Annales de Recherches Veterinaires*. 4, 627-636.

RUSSEL, A.J.F. DONEY J.M. Y GUNN R.G. (1969). Subjetive assesment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci., Camb.* 72, 451-454.

SANDLAND, R.L. Y JONES, R.J. (1975). The relation between animal gain and stocking rate in grazing trials: an examination of published theoretical models. *J. Agric. Sci., Camb.* 85,123-128.

STOBBS, T.H. Y COWPER, L.J. (1972). Automatic measurement of the jaw movements of dairy cows during grazing and rumiation. *Tropical Grasslands*. 6, 107-112.

TAYLOR, T.H. Y TEMPLETON, W.C. (1973). En: *Forages*. Heath. Metcalfe, Barnes, eds. Iowa State Univ. Press. p. 44.

TILLEY, J.M.A. Y TERRY, R.A. (1963). A two stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, 18, 104-111.

VAN DYNE, G.M. Y TORELL, T.D. (1964). Development and use of esophageal fistula: review. *J. Range Mgmt.* 17, 7-19.

VAN SOEST, P.J. (1982). *Nutritional ecology of ruminant*. O & B Books Inc. Corvallis, Oregon. USA.

WELCH, J.G. Y SMITH, A.M. (1969). Influence of forage quality on rumination time in sheep. *Journal of Animal Science*. 28, 812-818.

WILSON, R.K. Y FLYNN, A.V. (1979). Feeding behaviour of cattle when offered grass silage in troughs during winter and summer. *Applied Animal Ethology*. 5, 35-41.

YOUNG, B.A. Y WEBSTER, M.E.D. (1963). *Australian Journal of Agricultural Research*. 14, 867-873.

EVOLUCION EN LA COMPOSICION CORPORAL Y SISTEMAS DE PRODUCCION OVINA

A.R Mantecón, P. Lavín, P. Frutos,
T. Manso, F. J. Giráldez, M.A. Chaso.
Estación Agrícola Experimental, CSIC. Apdo. 788. 24080 León (España).

INTRODUCCION

Existe en estos momentos un interés común, a todos los niveles, en la necesidad de mejorar y conservar el medio natural y para ello, es fundamental la intervención de los herbívoros en los diferentes sistemas de pastoreo.

Sin embargo, es relativamente sencillo caer en el error de considerar la función ecológica de la ganadería como única y, en este sentido, la historia demuestra que el desarrollo de sistemas de pastoreo, capaces de conservar y mejorar el paisaje, únicamente está garantizado cuando los sistemas de producción animal son económicamente viables por sí mismos (García et al., 1991; Joffre et al., 1991).

El rendimiento productivo de un sistema de pastoreo es consecuencia de la producción individual y del número de animales productivos que se pueden mantener por unidad de superficie y ambas variables están condicionadas por la capacidad de ingestión y utilización digestiva de los pastos disponibles (Maxwell, 1990). Por otra parte, las diferentes estrategias utilizadas por los herbívoros en pastoreo determinan la evolución de las comunidades vegetales existentes (Gordon, Iason, 1989).

Los sistemas extensivos de producción animal se caracterizan por la estacionalidad cuantitativa y/o cualitativa en la disponibilidad de alimento. Para compensar las deficiencias en los periodos de subalimentación o bien se recurre a la suplementación, la cual es prácticamente imposible en muchos sistemas de explotación, o bien los animales movilizan sus reservas corporales, recuperando éstas en los periodos de abundancia de alimento (Guada, 1991; Milne, 1985).

De acuerdo con los planteamientos expuestos, se presentan en la primera parte de éste trabajo, los resultados en relación con las variaciones de los diferentes tramos del aparato digestivo, determinantes de la capacidad de utilización digestiva e indicativas del comportamiento de los animales en pastoreo. Posterior-

mente se presentarán las variaciones en los distintos depósitos de grasa corporal como consecuencia de diferentes estrategias de alimentación en el ganado ovino.

Para cumplir los objetivos ecológico-productivo indicados, de la visión limitada hacia aspectos muy concretos, en nuestro caso nutritivos, se pasa a una visión integradora del proceso productivo donde los condicionantes económicos, tecnológicos, de uso de la tierra y ambientales permitirán el desarrollo de un sistema de producción agraria y/o forestal que cumpla la necesidad social de conservación y mejora del medio natural (Maxwell, 1990).

Teniendo en cuenta la producción animal en su sentido más estricto, los objetivos de la misma se han visto drásticamente modificados en los últimos años. Se ha pasado de tratar de alcanzar la máxima producción y eficiencia en la conversión de los nutrientes a desarrollar sistemas de producción animal basados en el bajo aporte a los mismos y que conlleven la mejor utilización de los recursos naturales, como objetivo prioritario en la actualidad (Pirchner et al., 1991). Estos cambios en los objetivos de los sistemas de producción, aunque sencillos en las decisiones administrativas, en la práctica llevan consigo modificaciones socio-económicas de difícil valoración (Harvey, 1992).

En la parte final de éste trabajo se trata de presentar los resultados iniciales obtenidos en cuanto a los condicionantes en los sistemas actuales de producción ovina en la provincia de León (utilización del territorio, distribución de los censos, estacionalidad productiva, etc.).

VARIACIONES EN EL TRACTO DIGESTIVO

Tradicionalmente, los rumiantes han sido diferenciados, desde un punto de vista nutritivo, únicamente por la división de la cavidad gástrica en diferentes compartimentos. En los últimos años se ha puesto de manifiesto que entre los rumiantes existen diferencias, que es necesario tener en cuenta, en otros tramos del aparato digestivo (Milne, 1990).

En el trabajo que se presenta se ha abordado, por una parte el estudio comparativo de los diferentes tramos del aparato digestivo en ovejas adultas de raza Churra y de raza Merina (Frutos et al., 1991, 1992a, 1992b) y por otra parte, el conocimiento del desarrollo de los diferentes tramos del aparato digestivo cuando el ganado ovino es sometido a diferentes estrategias de alimentación (Iason, Mantecón, 1992; Iason et al., 1991; Manso et al., 1992). Por otra parte, también se presentan los resultados iniciales en el estudio del aparato digestivo de rumiantes salvajes (rebeco y cabra montés), con el objetivo de conocer las variaciones estacionales y su relación con la disponibilidad de alimento, en condiciones de libertad (Mantecón et al., 1992a, Lavín et al., 1992b).

Se ha tomado como medida de los diferentes tramos del tracto digestivo el peso vacío y libre de grasa, al ser indicativo de la capacidad y del grosor de las paredes de cada compartimento. Ambos parámetros, capacidad y grosor de la pared, pueden ser un reflejo de las variaciones en el comportamiento del animal en pastoreo, disponibilidad cuantitativa y cualitativa de forraje y capacidad de utilización digestiva (Giráldez et al., 1991; Mantecón et al., 1990).

Cuando el peso del aparato digestivo y sus diferentes partes se expresa como proporción del peso vivo vacío se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre los valores correspondientes a las dos razas estudiadas (Churra y Merina), con un mayor valor en la raza Churra para el aparato digestivo (0,0625 vs 0,0821), el retículo-rumen (0,0248 vs 0,0331), el omaso (0,0032 vs 0,0047), el abomaso (0,0061 vs 0,0076) y el intestino grueso (0,0131 vs 0,0184).

Si se tiene en cuenta que el peso de los animales era similar y que todos ellos recibían una ración de heno de hierba de calidad media, las diferencias encontradas en las proporciones de los diferentes tramos del aparato digestivo pueden ser consecuencia del proceso evolutivo en la adaptación sufrida al ser explotados en ambientes y de forma diferente (Iason, Mantecón, 1991; Mantecón et al., 1991a, 1992c; McNaughton, 1987; Revesado et al., 1992).

La raza Churra ha sido explotada, tradicionalmente, en la región de las llanuras de la meseta Castellano-Leonesa, de forma estante y utilizando los pastos disponibles y restos de cosechas (rastrajos, cuellos de remolacha, etc.), viéndose sujeta a las variaciones en la disponibilidad de alimento en la época de sequía estival y del frío invernal; ésta raza tiene como objetivo la producción láctea y cárnica (corderos lechales). La raza Merina, por el contrario, se ha explotado en condiciones de trashumancia, de mayor o menor recorrido, buscando una disponibilidad cuantitativa y cualitativa de los pastos más uniformes a lo largo del año y siendo el objetivo la producción cárnica y, al menos en el pasado, de lana.

Las diferencias encontradas, especialmente en el desarrollo del retículo-rumen, coinciden con los datos obtenidos en el estudio de la intensidad de selección ejercida sobre diferentes comunidades vegetales de montaña, con un mayor contenido de fibra neutro detergente en la materia seca de la dieta seleccionada por las ovejas de raza Churra (0,615 vs 0,573) (Revesado et al., 1991 y datos no publicados).

Existe información sobre las variaciones en los distintos componentes corporales al avanzar el crecimiento de los corderos, en concreto de raza Churra (Mantecón, 1986). Sin embargo, estas variaciones pueden verse modificadas en función de que el ritmo de crecimiento sea continuo o se vea interrumpido en mayor o menor intensidad (Mantecón et al., 1990, 1991b).

Se ha realizado un estudio (Manso et al., 1992 y datos no publicados) con corderos de raza Churra desde el nacimiento hasta los 20 kg de peso y en el que los animales recibieron dos niveles de ingestión de sustituto lácteo (1,5 y 0,9 MJ EB/kg^{0,75}/d) durante el primer mes de vida y dos dietas con diferente contenido en proteína no degradable en el rumen (heno más cebada y heno más cebada más 200 g/kg de harina de pescado). Cuando el peso de los diferentes tramos del aparato digestivo, vacíos y libres de grasa omental y mesentérica, se expresan como proporción del peso vivo vacío, en el momento del nacimiento el valor del omaso, del intestino delgado y del ciego es mayor y del retículo-rumen es menor que en el momento del destete. En el momento del destete, los corderos que habían recibido el nivel de ingestión menor tenían un mayor desarrollo proporcio-

nal (expresado como proporción del peso vivo vacío) del retículo-rumen (0,0072 vs 0,0103) y del omaso (0,0012 vs 0,0025) y un menor valor del intestino delgado (0,029 vs 0,027).

Cuando los corderos alcanzaron los 20 kg de peso vivo, el retículo-rumen, como proporción del peso vivo vacío, fue mayor (0,0427 vs 0,0368) y el intestino grueso fue menor (0,0085 vs 0,0101) en el grupo de animales que recibían la dieta con mayor contenido proteico. Estas diferencias pueden ser explicadas por un mayor nivel de ingestión, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, y/o por una mayor actividad ruminal en los animales que recibían la dieta de mayor contenido proteico y que determinarían cambios en la capacidad y/o en el grosor de la pared del retículo-rumen y del intestino grueso (Galvayan, Owens, 1989). Por otra parte, el menor desarrollo del intestino grueso está en relación con el desarrollo del retículo-rumen ya que un mayor desarrollo de éste implica una mayor capacidad de digestión del alimento a ese nivel y una menor proporción que del mismo llega al intestino grueso para ser digerido (Hoffmann, 1988).

Se puede asumir, de acuerdo con Hoffmann (1988), que las especies de rumiantes que ejercen una mayor intensidad de selección de alimento tienen un desarrollo del retículo-rumen menor y del intestino grueso mayor que aquellas especies cuya ración tiene un mayor contenido en constituyentes de la pared celular. Este planteamiento está basado en el hecho de que cuando el desarrollo del retículo-rumen es mayor, la proporción de alimento que pasa sin digerir es menor y, por lo tanto, la digestión ocurrida en la parte final del aparato digestivo tiene una menor importancia relativa.

Sin embargo, en el trabajo realizado sobre el desarrollo del aparato digestivo de rebecos (*Rupicapra pyrenaica*) (Mantecón et al., 1992a) y de cabra montés (*Capra pyrenaica hispanica*) (Lavin et al., 1992b) se encuentra que el peso del retículo-rumen es 27 veces mayor que el peso del ciego en ambos, rebeco y cabra montés. La relación encontrada entre el peso del retículo-rumen y del intestino grueso es de 4:1 en los rebecos y de 3:1 en la cabra montés.

Del experimento indicado anteriormente sobre el estudio de los diferentes tramos del aparato digestivo del ganado ovino, se obtiene una relación entre el peso del retículo-rumen y el peso del ciego de 14:1 y del primero con relación al peso del intestino grueso de 1,6:1.

En cuanto a la relación entre el peso del intestino delgado y del intestino grueso fue de 0,8:1 en las ovejas de ambas razas estudiadas (churra y merina), de 1,2:1 en la cabra montés y de 1,6:1 en los rebecos.

Desde un punto de vista zoológico a medida que se avanza en la escala desde los carnívoros hasta los animales estrictamente herbívoros, la diferenciación del ciego es mayor y este hecho puede ser extrapolable dentro de los animales fitófagos de mayor a menor calidad de la dieta ingerida (Langer, Snipes, 1989). De igual forma, se ha encontrado un aumento en el volumen relativo del ciego cuando desciende la calidad del alimento ingerido y un descenso en el volumen relativo del colon (Langer, Snipes, 1989).

VARIACIONES EN LOS DEPOSITOS ADIPOSOS

Como ya se ha indicado en la introducción, en muchos de los sistemas de producción ovina existentes en zonas de montaña o de medio difícil en general, la posibilidad de suplementar a los animales con alimentos de fuera de la explotación es prácticamente inviable. Por esta razón, los animales han de recurrir al acúmulo de reservas corporales en los momentos de abundancia, que serán movilizadas cuando la disponibilidad de alimento disminuye. Por ello, se trata de ajustar, en la medida de lo posible, las necesidades de los animales a lo largo del ciclo productivo con las variaciones estacionales en la disponibilidad de forraje (Maxwell, 1990).

Desde un punto de vista de nutrición y producción animal, el interés se centra en conocer hasta qué punto es posible movilizar la energía acumulada en los depósitos adiposos sin que la producción se vea afectada y, por otra parte, cual es la mejor forma de utilización de la energía procedente de las reservas corporales.

Han sido desarrollados numerosos métodos de medida para estimar el estado corporal de los animales (Kempster, 1980). Desde las variaciones de peso hasta la utilización de marcadores como el óxido de deuterio, pasando por la medida del espesor de la grasa dorsal mediante ultrasonidos, etc.. La utilización de uno u otro método está en función del objetivo que se pretende lograr. Si se pretende estimar con exactitud el contenido en grasa corporal, la utilización de marcadores, aunque costosa y laboriosa, tendría justificación. Sin embargo, desde un punto de vista aplicativo, es necesario, muchas veces, perder en precisión a cambio de simplificar la aplicación del método.

En los últimos años se ha generalizado el uso del método de medida de la "condición corporal" (Russel et al., 1969) en su aplicación a las condiciones prácticas de explotación como lo demuestran las recomendaciones de los distintos sistemas de racionamiento (pérdida o ganancia de condición corporal esperada, etc.) o prácticas de manejo (condición corporal a la cubrición de...).

El método de medida de la condición corporal (Russel et al., 1969; Teixeira et al., 1989) se basa en la palpación de la región dorso-lumbar y en función del grado de cobertura de las apófisis espinosas y transversas clasificar los animales en una escala subjetiva de 0 a 5 puntos en intervalos de 0,25 puntos. Este método fue desarrollado, inicialmente, en Australia y el Reino Unido, pensando en la aplicación a sus razas ovinas, dedicadas fundamentalmente a la producción cárnica y con un alto grado de selección y en las que la grasa subcutánea dorso-lumbar es la que más tarde se deposita y en la que primeramente tiene lugar la movilización, por lo que el método ha permitido unos resultados realmente satisfactorios (Russel et al., 1971). Sin embargo, en razas rústicas y/o dedicadas a la producción lechera, la distribución e importancia de los depósitos internos de grasa adquieren especial importancia y es necesario comprobar la importancia relativa de los distintos depósitos adiposos antes de generalizar la aplicación del método de medida de la condición corporal por palpación dorsal.

Los resultados obtenidos en la raza Churra (Frutos et al., 1991, 1992a,

1992b), utilizando 34 ovejas adultas, agrupadas en tres niveles de acuerdo con su condición corporal (menor de 2, de 2 a 3 y mayor de 3) indican una relación directa y significativa entre la condición corporal estimada por palpación dorsal y los depósitos adiposos internos (grasa omental, mesentérica y perirrenal), con valores de 8%, 6% y 4% del peso vivo vacío para los grupos de mayor a menor condición corporal. Cuando los distintos depósitos adiposos se expresan como proporción del total de grasa interna, la grasa omental no varía significativamente entre grupos de condición corporal y la grasa perirrenal disminuye mientras que la grasa mesentérica aumenta al disminuir la condición corporal.

El coeficiente de correlación encontrado en la relación entre la condición corporal y la grasa subcutánea del lomo o la grasa perirrenal fue estadísticamente significativo ($r=0,745$; $P<0,01$). Sin embargo, el valor del coeficiente de correlación desciende ($r=0,605$; $P<0,01$) cuando se relaciona la condición corporal con la grasa interna total, como consecuencia de la baja correlación ($r=0,222$; $P>0,05$) existente entre la grasa subcutánea dorso-lumbar y la grasa omental.

La variación en el total de grasa interna y de cada uno de sus componentes que es explicada por el peso de los animales es mayor que la explicada por el método de estimación de la condición corporal mediante palpación dorsolumbar.

Estos resultados, aunque iniciales, hacen que la aplicación del método de medida de la condición corporal pueda ser cuestionado en razas de carácter rústico y aptitud lechera como la raza Churra, aunque las ventajas en cuanto a rapidez y economía en su aplicación deben de ser tenidas en consideración.

SISTEMAS DE PRODUCCION OVINA

La dependencia del sector de la producción ovina de las decisiones comunitarias es evidente y, en este sentido, ha sido realizada recientemente la propuesta de desarrollo de una nueva Política Agraria Comunitaria. La grave situación por la que atraviesa el sector agrario en general y el ovino en particular queda reflejada en el hecho de que mientras la producción agraria crece a un ritmo anual de aproximadamente el 2%, el consumo interno sólo aumenta a razón del 0,5% y mientras que el 80% de las ayudas del FEOGA se destinan al 20% de las explotaciones, las pequeñas y medianas explotaciones no tienen en estos momentos ingresos suficientes para subsistir (Mantecón, 1992). Por otra parte, la población agraria ha envejecido de una manera alarmante (el 50% tiene más de 55 años) y no es fácil reconvertirla para que inicie otras tareas, aumenta la desproporción en las rentas recibidas por los agricultores de unas a otras regiones de la CEE, un agricultor de cada tres lo es a tiempo parcial, existe una gran dispersión del tamaño medio de las explotaciones en los distintos estados miembros (de 4 a 65 Has.); del aumento sufrido en la producción final agraria de 1983 a 1987 el 72% ha correspondido al sector ganadero y el excedente de productos agrarios continúa aumentando (Mantecón y Lavín, 1991).

La actitud comunitaria en forma de subvenciones al sector ovino ha supuesto un aporte muy importante de dinero para la economía de las explotaciones ovi-

nas, suponiendo en muchos casos más del 40% del total de ingresos de la explotación (Lavín, Mantecón, 1991). Sin embargo, esta ventaja ha tenido como contrapartida el que aparecieran muchos nuevos productores de ovino, cuyo único interés era la obtención del dinero procedente de las subvenciones y ayudas institucionales sin tener el más mínimo interés en la mejora de las estructuras productivas, la sanidad animal, etc., además de originar un aumento de la oferta de productos y suponer un agravio comparativo para los mejores productores.

Como ya se ha comentado, a nivel comunitario el objetivo prioritario pasa por la necesidad de mejora y conservación del medio natural y para ello es necesario el asentamiento de una población rural mínima y la utilización correcta de los animales para mantener el equilibrio ecológico mediante el pastoreo (Eadie, 1985). El alcanzar una población rural mínima se contradice, inicialmente, con la idea de las autoridades políticas en cuanto a la necesidad de reducir la población agraria española, para igualar los porcentajes que supone la población dedicada a la agricultura en otros países comunitarios. Sin embargo, es necesario contabilizar el número de personas que en términos absolutos se dedican a la agricultura y tener en cuenta las peculiaridades geográficas, población rural mínima necesaria en cada zona para una mejora y conservación del medio natural. Las necesidades de mantenimiento del medio natural es diferente en los distintos países comunitarios; así por ejemplo mientras que en el Reino Unido el objetivo prioritario es la recuperación de sus zonas de matorral evitando el sobrepastoreo (Milne, 1992), en la mayoría de los países mediterráneos el problema fundamental es la infrautilización de los pastos con la consecuente invasión del matorral que se convierte en sustrato de los incendios forestales que año tras año destruyen amplias zonas en los países del sur de Europa.

Los aspectos más relevantes del informe sobre el desarrollo y futuro de la política agraria comunitaria, en cuanto su repercusión en el sector ovino, pueden resumirse en: "...se aplicará un límite al número de ovejas por las que se puede cobrar la prima, basándose en la cabaña de referencia del productor, que son las ovejas por las cuales se podía optar a prima en 1991.... la cabaña de referencia no podrá exceder de 1000 ovejas en las zonas menos favorecidas y de 500 en el resto". El objetivo de la nueva política agraria comunitaria parece ser el reducir la producción dentro de la CEE, mantener la preferencia comunitaria y reforzar los precios de mercado, tratando de impedir que aumente la cabaña ovina. En este sentido, una ventaja que se puede deducir de la propuesta mencionada es el tratar de estabilizar la relación oferta-demanda, permitiendo además disponer de rebaños más jóvenes y, por lo tanto, más productivos que los existentes, caracterizados por su envejecimiento a causa del sistema anterior de primas. Por otra parte, un inconveniente del nuevo sistema es el no considerar la peculiaridad de cada sistema productivo, ya que si bien en unos casos el límite de animales es más que suficiente en otras ocasiones puede condicionar la viabilidad económica de las explotaciones.

El primer condicionante en el desarrollo de sistemas extensivos de producción de rumiantes es la utilización del territorio. En este sentido, el trabajo realiza-

do (Lavin et al , 1992a, 1992c y datos no publicados) se limita a la provincia de León, con una extensión de 15581 km², dividida en 211 municipios que se encuentran agrupados en 10 comarcas naturales.

Dado que el Producto Interior Bruto por habitante es de aproximadamente 6000 ECU en la provincia León, si se compara con los 9230 ECU de media en la CEE, el 99% de la superficie provincial es considerada como región desfavorecida a nivel europeo y únicamente el 72% de la población de la provincia habita éste area. Como resultado de la distribución poblacional, el 42% de los municipios tienen una densidad menor de 10 habitantes por km².

Desde 1982 a 1989 la superficie dedicada a la explotación agrícola ha sufrido una reducción del 30%, de la cual el 45,1% ha correspondido a las superficies dedicadas a pastos y un 19% a las tierras de cultivo, mientras que la superficie forestal aumentó un 19,8% y las superficies clasificadas como "otras tierras" aumentaron un 20% en el mismo periodo. Como consecuencia de los cambios ocurridos en la utilización del territorio los incendios forestales supusieron un total de 26430 Has afectadas en 1990.

En cuanto a la evolución en los censos ovinos se observa una ligera reducción durante los años 70, debido a la transformación de una gran superficie de pastos en tierras de cultivo, aumentando el censo de ganado vacuno lechero y, también, como consecuencia de la despoblación generalizada de las áreas rurales en ésta década.

Sin embargo, en los últimos 5 años, de 1986 a 1991, el censo ovino en la provincia de León ha aumentado un 11% como consecuencia de un aumento de tamaño de los rebaños a pesar de que el número de rebaños ha disminuido. Este hecho está íntimamente ligado a la política de subsidios comunitarios al sector ovino, junto con las restricciones en la producción de ganado vacuno. El censo ovino en 1991 fue de 550.045 ovejas reproductoras con un tamaño medio de 158 cabezas por rebaño.

Los sistemas de producción ovina existentes en la actualidad pueden clasificarse, de acuerdo con la orientación productiva, en aquellos dedicados a la producción de carne y los dedicados a la producción láctea, aunque estos últimos también dan lugar a producción de carne, generalmente de corderos sacrificados durante la etapa de lactancia (9-11 kg de peso vivo).

El número de ovejas dedicadas a la producción de leche representa el 40,5% de los efectivos ovinos en la provincia de León y, solamente, el 28% de los rebaños y, en consecuencia, el tamaño medio de los rebaños dedicados a la producción cárnica es menor (228 vs 131 cabezas/rebaño). En este sentido, el 35,2% de los rebaños dedicados a la producción cárnica tienen menos de 50 cabezas. Las cifras expuestas indican una aparente contradicción, ya que en las explotaciones dedicadas a la producción de leche el beneficio por animal es mayor y, por lo tanto, es necesario un mayor número de cabezas de ganado en las explotaciones dedicadas exclusivamente a la producción cárnica para compensar los ingresos globales de la explotación. Sin embargo, es necesario tener en cuenta la localización geográfica de las explotaciones y la dedicación a las mismas y, mientras que

en la producción láctea la dedicación a la explotación es exclusiva y, normalmente, de varias personas, en el caso de la producción ovina de carne esta es compartida con la explotación de vacuno, etc..

Existe una relación evidente entre la orientación productiva del ovino y la distribución geográfica de las explotaciones en la provincia de León. Los rebaños dedicados a la producción de leche se encuentran en las zonas de las riberas de los ríos, en el sur-este provincial, los rebaños dedicados a la producción de carne se encuentran, al menos temporalmente, en el norte y nor-oeste de la provincia. Por otra parte, mientras que la producción lechera se realiza en régimen estante y semi-intensivo, la producción cárnica está sujeta, en general, a un régimen de trashumancia de mayor o menor recorrido y de carácter eminentemente extensivo.

De las encuestas realizadas en 1991 a 80 ganaderos, representativos de los sistemas de producción ovina de leche en la provincia de León, se puede deducir que uno de los factores condicionantes de mayor importancia en los sistemas actuales de explotación es la estacionalidad productiva a lo largo del año, lo que hace desequilibrar la relación entre la oferta y la demanda y, en consecuencia, los precios en los productos vendidos.

Las variaciones estacionales son un reflejo de la adaptación de los animales a la disponibilidad de alimento y, también, a la falta de aplicación de las técnicas básicas de reproducción ovina (sincronización de celos, efecto macho, etc.).

La estacionalidad productiva queda reflejada en el hecho de que el 43% de los corderos vendidos por explotación se concentra en los meses de marzo a junio y, como resultado de esta variación en la oferta, el precio de los corderos lechales osciló en 1991 de 3,54 a 6,10 ECU por kg de peso vivo.

De igual forma que para la producción de corderos, el 49,8% de la producción anual de leche de cada rebaño se concentra entre los meses de abril y julio, aunque las oscilaciones en el precio de la leche fueron muy pequeñas como consecuencia de la comercialización mediante contratos anuales.

Desde un punto de vista alimenticio el manejo de los animales en pastoreo es de fundamental importancia. De las encuestas mencionadas anteriormente se obtiene que el 83% de los rebaños pastan durante más de 10 meses al año y de éstos, el 92% utilizan rastrojeras, el 34% pastos artificiales y el 37% zonas de monte, al menos durante alguna temporada.

Como norma general, el tiempo de acceso al pasto está limitado, de aproximadamente 8,5 horas en verano (julio-agosto) a un mínimo de 3 horas en invierno (diciembre-enero).

Esta práctica, consecuencia de la tradición, de la falta de cercados adecuados, de la existencia de depredadores, etc., hace que cuando las necesidades nutritivas de los animales son altas y el pasto disponible limitado, el reducir el tiempo de pastoreo diario impedirá la ingestión suficiente de alimento ya que el aumento del ritmo de ingestión no es capaz de compensar la limitación impuesta en el tiempo de acceso al pasto.

En cuanto a la suplementación de concentrados, el 66,5% de los ganaderos encuestados no realizan ésta práctica durante el periodo de gestación de las ove-

jas, mientras que el 85,5% sí suplementan a sus animales durante el periodo de producción de leche.

El factor humano es otro de los condicionantes fundamentales para el desarrollo de los sistemas extensivos de producción ovina. En este sentido, la edad media de los ganaderos encuestados es de 46 años, y el 60% de ellos tiene más de 50 años. Por ello, unido a las peculiares consideraciones sociales que rodean a la profesión de pastor, únicamente el 31% de los ganaderos piensa continuar en la explotación. Es preciso aclarar, además, que las encuestas realizadas lo fueron entre ganaderos pertenecientes a sistemas cooperativos y asociaciones agrarias y, en definitiva, con un carácter más progresista que el ganadero tradicional.

Con los resultados expuestos en este apartado se ha pretendido dar una idea de los condicionantes productivos en los sistemas de producción ovina en la provincia, es evidente que otros elementos, de difícil valoración científica como "el sentir el orgullo de ser ganadero de ovino" son determinantes del desarrollo futuro.

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto CICYT GAN90-0906 y del convenio específico de colaboración entre la Excm. Diputación Provincial de León y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

BIBLIOGRAFIA

EADIE, J. (1985). The future contribution of the hill and uplands to agricultural output. En: Hill and upland livestock production (Maxweel, T.J.; Gunn, R.G., eds.). pp. 123-127. BSAP. UK.

FRUTOS, P.; MANTECON, A.R.; GONZALEZ, J.S. (1991). The effect of body condition and level of intake on the partition of internal fat and the size of the digestive tract in adult Churra ewes. Animal production in developing countries. BSAP. U.K (en prensa).

FRUTOS, P.; MANTECON, A.R.; GONZALEZ, J.S.; REVESADO, P.R. (1992a). Fat depots distribution in adult Churra ewes. The study of livestock farming systems in a research and development framework. Pudoc. Holanda. (en prensa).

FRUTOS, P.; REVESADO, P.R.; MANTECON, A.R.; GONZALEZ, J.S.; CARRO, M.D. (1992b). Proportion of digestive tract: a comparison of two Spanish sheep genotypes (Churra vs Merina). The digestive tract in nutritional adaptation, pp. 176.

GALYEAN, M.L.; OWENS, F.N. (1989). Effects of diet composition and level of feed intake on site and extent of digestion in ruminants. En: *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants* (Tsuda, T.; Sasaki, Y.; Kawashima, R. eds.). pp. 484-514. Academic Press. UK.

GARCIA, A.; REVUELTA, F.J.; BERMUDEZ, F.F.; MANTECON, A.R. (1990). Conservación de los paisajes pastorales y política agraria. 11 Jornadas sobre el paisaje, 73-86. Segovia.

GIRALDEZ, F.J.; MANTECON, A.R.; GONZALEZ, J.S.; BERMUDEZ, F.F. (1991). Efecto de la degradación ruminal de la proteína de la dieta sobre el desa-

rollo relativo del retículo-rumen en corderos alimentados a nivel de mantenimiento. IV Jornadas sobre Producción Animal. ITEA, Vol Extra, 11, 190-192.

GORDON, I.J.; IASON, G.R. (1989). Foraging strategy for ruminants: its significance to vegetation utilization and management. *Annual Report MLURI 1988-89*, 34-41.

GUADA, J.A. (1991). "Status" nutritivo y estrategias de alimentación del ganado ovino en régimen extensivo. En: *Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña* (Bemmúdez, F.F., ed.). pp. 203-214. CSIC. Madrid.

HARVEY, D.R. (1992). Policy prospects for the hills and uplands. *Livestock Production and land use in hills and uplands*, paper 2. BSAP. UK.

HOFFMANN, R.R. (1988). Anatomy of the gastro-intestinal tract. En: *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition* (Church, D.C. ed.). pp. 14-43. Prentice Hall. USA.

IASON, G.R.; MANTECON, A.R. (1991): Seasonal variation in voluntary food intake and postweaning growth: a comparison of genotypes. *Animal Production*, 52, 279-285.

IASON, G.R.; MANTECON, A.R. (1992). The effects of dietary protein level during food restriction on carcass and non-carcass components, digestibility and subsequent compensatory growth in lambs. *Animal Production* (en prensa).

IASON, G.R.; MANTECON, A.R.; MILNE, J.A.; SIM, D.A.; SMITH, A.D.M.; WHITE, I.R. (1991). The effect of pattern of food supply on performance, compensatory growth and carcass composition of Beulah and Welsh Mountain lambs. *Animal Production*, 54, 235-241.

JOFFRE, R.; HUBERT, B.; MEURET, M. (1991). Les systèmes agro-silvo-pastoraux méditerranéens. UNESCO. Paris.

KEMPSTER, A.J. (1980). Fat partition and distribution in the carcass of cattle, sheep and pigs: a review. *Meat Science*, 5, 83-98.

LANGER, P.; SNIPES, R.L. (1989). Adaptations of gut structure to function in herbivores. En: *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants* (Tsuda, T.; Sasaki, Y.; Kawashima, R. eds.). pp. 349-384. Academic Press. UK.

LAVIN, P.; MANTECON, A.R. (1991). Los sistemas de producción ovina en régimen cooperativo en la provincia de León. En: *El desarrollo en las zonas de montaña* (Saez Olivito, E. ed.). AECOOP-Aragón. (en prensa).

LAVIN, P.; MANTECON, A.R., GIRALDEZ, F.J., MENCIA, J.S.; DIEZ, P. (1992a). Sheep production systems in the central-north of Spain: current situation. The study of livestock farming systems in a research and development framework. Pudoc. Holanda. (en prensa).

LAVIN, P.; MANTECON, A.R.; LAVIN, S.; MARCO, I.; VELARDE, R. (1992b). The digestive tract of *Capra pyrenaica hispanica*. International Congress on the Genus *Capra* in Europe. Ronda (España).

LAVIN, P.; MANTECON, A.R.; MANSO, T.; MENCIA, J.S. (1992c). Condicionantes técnico económicos en los sistemas de producción ovina en régimen cooperativo en la provincia de León. En: *El Pirineo y su desarrollo integral*. (Saez Olivito, E. ed.). AECOOP-Aragón. (en prensa).

McNAUGHTON, S.J. (1987) Adaptation of herbivores to seasonal changes in nutrient supply. En: The nutrition of herbivores (Hacker, J.B.; Ternouth, J.H. ed.). pp. 391-408. Academic Press. London.

MANSO, T.; MANTECON, A.R.; CHASO, M.A.; LAVIN, P.; CASTRO, T. (1992). The effect of pattern of nutrient supply during lamb growth on the digestive tract proportions. *The digestive tract in nutritional adaptation*, 175.

MANTECON, A.R. (1986). *Necesidades energéticas y proteicas de los corderos lactantes en relación con el ritmo de crecimiento y la composición corporal* Tesis Doctoral. Universidad de León.

MANTECON, A.R. (1992). El futuro del ovino ante la CEE. Conferencia en la Feria Internacional Ganadera de Salamanca.

MANTECON, A.R.; BERMUDEZ, F.F.; GONZALEZ, J.S.; GARCIA, A. (1991a). Sheep grazing systems in the north of Spain. 7th Meeting of the FAO sub-network on mountain pastures. Suiza.

MANTECON, A.R.; IASON, G.R.; SMITH, A.D.M. (1990): The effect of dietary protein:energy ratio during food restriction on the size of the digestive tract and subsequent growth of lambs. *Animal Production*, 50, 593.

MANTECON, A.R.; IASON, G.R.; SMITH, A.D.M.; BERMUDEZ, F.F. (1991b). Influencia del contenido proteico de la dieta durante el periodo de restricción sobre la manifestación del crecimiento compensatorio en el ganado ovino. IV Jornadas sobre Producción Animal. *ITEA, Vol. Extra, 11*, 181-183.

MANTECON, A.R.; LAVIN, P. (1991). Situación actual y perspectivas de futuro de la producción de leche de ovino en España. *II Encuentro Europeo de Productores de Leche de Oveja*. Zamora.

MANTECON, A.R.; LAVIN, P.; LAVIN, S.; MARCO, I. (1992a). Variaciones en el desarrollo del aparato digestivo de los rebecos (*Rupicapra pyrenaica*) del pirineo catalán. *IX Reunión del grupo de estudios sobre ecopatología de fauna salvaje de montaña*, pp. 11-13.

MANTECON, A.R.; OVEJERO, F.J.; PELAEZ, R. (1992b): Relación entre el ritmo de crecimiento pre y post-destete en corderos de raza Churra. *Investigación Agraria*. (en prensa).

MANTECON, A.R.; REVESADO, P.R.; IASON, G.R.; GONZALEZ, J.S.; CARRO, M.D. (1992c). Foraging strategies and grazing behaviour as constraints in sheep production systems at northern Spain. *The study of livestock farming systems in a research and development framework*. Pudoc. Holanda. (en prensa).

MAXWELL, T.J. (1990). Agriculture and land use change. *Annual Report MLURI 1989-90*, 3-8.

MILNE, J.A. (1985). Nutritional needs of sheep in the hills and uplands. En: Hill and upland livestock production (Maxweel, T.J.; Gunn, R.G., eds.). pp. 39-47. BSAP. UK.

MILNE, J.A. (1990). Concepts of physiological ecology and their importance in hill and uplands ecosystems. *Annual Report MLURI 1989-90*, 19-23.

MILNE, J.A. (1992). Grazing intensity and vegetation change. *Livestock Production and land use in hills and uplands*, paper 3. BSAP. UK.

PIRCHNER, F.; SCHÖNMUTH, G.S.; FLOCK, D. (1991). Management of animal material: adjustment to the economic evolution and to production constraints. En: *On the eve of the 3rd millenium, the european challenge for animal production* (Rossier, E. ed.). pp. 71-78. Pudoc. Holanda.

REVESADO, P.R.; MANTECON, A.R.; GONZALEZ, J.S.; FRUTOS, P.; RAMOS, G.; ALONSO, I.; GARCIA, A.; BERMUDEZ, F.F. (1991). Estudio de las comunidades de interés pascícola en un puerto de montaña: II. Evolución en la intensidad de selección del pasto por dos razas ovinas (Churra y Merina). *III Jornadas de Ecología Terrestre*, 211-212. Asociación Española de Ecología Terrestre. León.

REVESADO, P.R.; MANTECON, A.R.; GONZALEZ, J.S.; RAMOS, G.; FRUTOS, P. (1992). Efecto del tipo de pasto sobre la evolución de la intensidad de selección ejercida sobre el mismo por dos razas ovinas. *XXXII Reunión Científica de la SEEP*, pp. 321-325. Pamplona (España).

RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 72, 451-454.

RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G. (1971). The distribution of chemical fat in the bodies of Scottish Blackface ewes. *Animal Production*, 31, 503-509.

TEIXEIRA, A., DELFA, R; COLOMER-ROCHER, F. (1989). Relationships between fat depots and body condition score or tail fatness in the rasa aragonesa breed. *Animal Production*, 49, 275-280.

INTERES DEL EMPLEO DE LOS SUPLEMENTOS LIPIDICOS EN LA ALIMENTACION DE OVINO Y CAPRINO EN ZONAS ARIDAS

R. Casals y G. Caja
Producción Animal. Facultad de Veterinaria
Universidad Autónoma de Barcelona
08193 Bellaterra (Barcelona)

INTRODUCCION

La explotación de rumiantes en zonas desfavorecidas se encuentra frecuentemente asociada a la alternancia de épocas de escasez de alimentos (invierno y verano) con otras de producciones forrajeras aceptables (primavera y otoño), de forma que los animales tienen la posibilidad de acumular reservas corporales que serán movilizadas en los periodos de penuria alimenticia.

En el caso de animales en producción, como las ovejas y cabras lecheras, las necesidades nutritivas se ven considerablemente aumentadas durante ciertos periodos productivos (final de gestación e inicio de lactación), de forma que si la cantidad y calidad de los forrajes de que se dispone es limitada, la movilización de reservas, por sí sola, no es suficiente para cubrir las necesidades alimenticias o el déficit nutritivo del animal, y se hace así imprescindible la suplementación de la ración con concentrados. Por otra parte, durante el periodo de cubrición, la suplementación alimenticia o "flushing" es una práctica utilizada para mejorar los rendimientos reproductivos, especialmente si la ración disponible es de baja calidad o los animales se encuentran en situación de bajas reservas corporales, con una nota de condición corporal inferior a 3 (Torre et al. 1992).

En estas condiciones se suele recurrir a la suplementación con cereales como fuente energética, ya sea suministrándolos individualmente, o mezclados con cantidades limitadas de alimentos proteicos (turtós, etc.) y complementos mineral-vitamínicos. Si bien su utilización es normalmente satisfactoria, se pueden dar algunas circunstancias (nivel productivo muy elevado, poca disponibilidad de forrajes, temperatura ambiente elevada, etc.) en que puede ser recomendable modificar la composición del suplemento suministrado.

Así por ejemplo, en animales en lactación, raciones con una baja relación Forraje/Concentrado pueden comportar modificaciones en la fermentación ruminal, disminuyendo la relación acético/propiónico y en consecuencia el porcentaje en grasa de la leche (Sutton 1988). Este aspecto es particularmente negativo en el caso de ovejas y cabras en ordeño, en las que el contenido en grasa es habitualmente el principal factor de calidad que condiciona el precio percibido por litro de leche.

En estas circunstancias, la sustitución de parte de los cereales del concentrado por lípidos es una posibilidad a considerar. Así, dado que el aporte en Energía Neta de los lípidos es entre 2.4 y 3 veces superior al de los cereales (INRA 1988, NRC 1989), su inclusión en las raciones permite incrementar su densidad energética, reducir el aporte diario de concentrado, y favorecer el empleo de una relación Forraje/Concentrado más adecuada (Palmquist 1990). Si a esto se añade que los lípidos son también una fuente de Ácidos Grasos (AG) directamente utilizables por la glándula mamaria para la síntesis de la grasa de la leche (Palmquist y Jenkins 1980), es de esperar que su empleo tenga efecto sobre el porcentaje de grasa de la misma.

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes del empleo de los lípidos en la alimentación de rumiantes es que a dosis elevadas interfieren en la digestión del resto de los componentes de la ración, en especial de la fibra. Debido a ello la inclusión de grasas convencionales en las raciones de rumiantes sólo es posible en cantidades limitadas (Palmquist y Jenkins 1980).

Con el fin de superar esta problemática, se han desarrollado diversas técnicas de interés práctico, tales como el recubrimiento y aglomeración con proteína formaldehído, la cristalización en frío, la formación de jabones cálcicos de AG, la adsorción sobre soportes inertes (vermiculita, bentonita) etc..., que permiten obtener lípidos "by-pass" o inertes a nivel ruminal (Doreau *et al.* 1989, Caja *et al.* 1990). Ello confiere a los lípidos una doble protección, de forma que los AG insaturados no sufren el proceso de hidrogenación y por otra parte no interfieren en la digestión de la ración, siendo posteriormente absorbidos en el intestino. Igualmente puede ser útil el empleo de semillas enteras de oleaginosas, que por las características de su envoltura liberan lentamente sus lípidos en el rumen, reduciendo así los efectos negativos de los mismos sobre el funcionamiento ruminal.

Si a estas posibilidades tecnológicas, unimos el hecho de que en la actualidad existen a nivel mundial importantes excedentes de grasas, a precios cada vez más competitivos, su inclusión en las raciones de rumiantes puede ser en muchos casos interesante.

Pese a ello, los estudios realizados sobre los efectos de los suplementos lipídicos en la alimentación de pequeños rumiantes son todavía limitados. En este sentido, este trabajo revisa los principales resultados obtenidos en el empleo de lípidos protegidos en la alimentación de ovejas y cabras en los periodos de lactación o en reproducción, a fin de valorar sus posibilidades de utilización como suplemento energético en animales explotados en zonas áridas.

UTILIZACION DE LIPIDOS PROTEGIDOS EN LACTACION

Ovejas en periodo de cría

De entre el limitado número de estudios que se han realizado sobre el empleo de lípidos "by-pass" en ovino, es precisamente con ovejas en cría donde se han desarrollado la mayoría de ellos. De hecho los primeros se llevaron a cabo en la década de los 70, a raíz de los trabajos de Scott *et al.* (1970). Estos investigadores obtuvieron, con finalidades dietéticas, leche de vaca con bajo contenido en AG saturados. El procedimiento empleado consistió en la utilización de suplementos ricos en AG insaturados (aceites vegetales) protegidos de la hidrólisis e hidrogenación ruminal mediante la aglomeración con proteínas (caseína) y formaldehído.

Posteriormente, Steele (1979) utilizó esta protección para intentar aumentar el crecimiento de corderos cuyas madres recibían un suplemento diario de aceite de cártamo (40 g/oveja y día), rico en ácido linoleico (C18 :2), en comparación con los de otras que recibían la misma cantidad de sebo protegido. A pesar de que la protección aseguró la no saturación del linoleico a la salida del rumen, y unos mayores niveles en sangre de dicho ácido graso, presumiblemente esencial, el crecimiento fue mayor en los corderos del lote con sebo.

Si bien el empleo de lípidos protegidos con proteína-formaldehído es en general satisfactorio, también es cierto que su eficacia varía según la calidad del proceso de fabricación (Doreau *et al.* 1989, Morand-Fehr *et al.* 1981). Si a ello se une el hecho de que dicho proceso puede ser económicamente costoso y que en algunos países existen limitaciones para el empleo del formaldehído en alimentación animal, su uso en los últimos años ha sido más bien escaso.

Por el contrario, las referencias bibliográficas de que se dispone indican un creciente interés por el empleo, como suplemento energético, de los Jabones Cálcicos de Ácidos Grasos (JCAG) en ovejas en cría. Dichos jabones, formados por dos moléculas de ácidos grasos unidas a una de Calcio, son relativamente estables a los niveles de pH habituales en el rumen y por tanto no interfieren ni sobre la digestibilidad de la fibra ni del resto de componentes de la ración. En cambio, en las condiciones mucho más ácidas del abomaso (pH próximo a 2) se disocian, quedando libres los AG y el Calcio, que son absorbibles a nivel intestinal (Jenkins y Palmquist 1984).

Los resultados obtenidos con los jabones cálcicos (a dosis comprendidas entre los 75 y 300 g/oveja y día) no muestran, en general, efectos en la producción lechera (Cuadros 1, 2 y 3), observándose en cambio un marcado aumento, significativo y generalizado, de entre +1.1 y +2.6 puntos en el porcentaje de grasa bruta de la leche (figuras 1 y 3), tanto en ovejas de carne (Robinson 1986, Kovessy *et al.* 1986, Pérez Hernández *et al.* 1986, Horton *et al.* 1989) como en ovejas de leche (Casals *et al.* 1989 y 1991a). Esto significa aumentos en dicho porcentaje de entre 13-40%, según autores, respecto a los lotes no suplementados. En consecuencia la producción total de materia grasa en la leche también

suele aumentar significativamente (Robinson 1986, Pérez Hernández *et al.* 1986, Casals *et al.* 1992a y 1992b).

Durante el periodo de cría la respuesta en el porcentaje de grasa a un aumento de la dosis de JCAG (entre 0 y 20%) en el concentrado es prácticamente lineal y creciente a razón de aproximadamente 1.5 puntos de porcentaje de grasa en leche por cada 100 g/oveja y día de JCAG (Casals *et al.* 1992b).

En lo que se refiere al porcentaje de proteína bruta de la leche, éste se ve mínimamente afectado por el empleo de lípidos protegidos durante esta fase inicial de la lactación, observándose una tendencia a disminuir ligeramente (Robinson 1986, Kovessy 1986, Casals *et al.* 1991a, Casals *et al.* 1992a) a dosis de lípidos elevadas (> de 160 g/oveja y día). Por el contrario, a dosis moderadas (75 g/oveja y día), Pérez Hernández *et al.* (1986) señalaron una leve tendencia a mantenerse o incluso a aumentar dicho porcentaje (Cuadro 1).

De todas formas, de los trabajos realizados por Casals *et al.* (1991a y 1992b), en que se probaron los efectos de distintos niveles (0, 5, 10, 15, 20 %) de inclusión de JCAG en el pienso, se desprende que al inicio de la lactación los efectos sobre el porcentaje de proteína son escasos e independientes de la dosis utilizada (Figura 4).

Igualmente, en ovejas durante el periodo de cría, la combinación en el concentrado de suplementos lipídicos con proteínas de baja degradabilidad (Kovessy *et al.* 1986, Casals *et al.* 1989) no parece afectar al porcentaje en proteína bruta de la leche (Figura 2).

Por lo que se refiere al crecimiento de los corderos, Pérez Hernández *et al.* (1986) indicaron un aumento de 1 kg en el peso al destete (5 semanas) de corderos de cría doble cuyas madres recibieron un suplemento de 200 g/día de JCAG por encima de la ración control (22.5 MJ de EM y 326 g/día de PB). Se observó también un menor consumo de concentrado por parte de los corderos, aunque no se indica si las diferencias fueron significativas. Por su parte, Casals *et al.* (1992a) obtuvieron una mejora ($P < 0.05$) en el índice de conversión leche (leche producida/aumento peso vivo cordero) y una tendencia al aumento del peso al destete (+0.27 kg) y de la velocidad de crecimiento durante la cría (+13 g/día), de corderos criados por ovejas a las que se suministraron diariamente 160 g de JCAG.

En cuanto a los efectos del suplemento lipídico sobre la evolución del peso vivo y de la condición corporal de las ovejas, Casals *et al.* (1992) observaron una menor pérdida de condición corporal ($P < 0.05$) a la primera semana de lactación, en los lotes suplementados (Figura 5). En las tres semanas restantes del periodo de cría, el suplemento lipídico no afectó significativamente ni a la condición corporal ni al peso vivo de los animales, debido probablemente a que los déficits energéticos estimados eran mínimos en todos los lotes (relación Forraje/Concentrado de 60/40).

Ovejas en ordeño

Al igual que en el apartado anterior, los datos de que se dispone corresponden a los obtenidos con JCAG de aceite de palma. En ellos se observa también

unas marcadas diferencias significativas en el porcentaje en grasa de la leche, tanto a niveles elevados de inclusión de JCAG en el pienso (20%), equivalentes según la fase de lactación a 160-120 g/oveja y día (Casals *et al.* 1989), como a una dosis más moderada (12%) equivalente a 72 g de JCAG/oveja y día (Font 1991).

En este sentido, el porcentaje en grasa de la leche aumentó con la dosis de JCAG utilizada (Casals *et al.* 1991a y Casals *et al.* 1992b). La respuesta parece sin embargo saturarse por encima del 10 % de JCAG en el concentrado, obteniéndose un máximo para un nivel de inclusión situado entre un 12 y un 17 % de JCAG, equivalente a una dosis de 100-130 g de JCAG/oveja y día, según distintas estimaciones (Casals *et al.* 1991a, Casals 1992). Debe esperarse así una respuesta variable según el nivel de producción y estado de lactación, que supondría un aumento de entre 0.9 y 1.4 puntos de porcentaje de grasa en la leche por cada 100 g de JCAG/oveja y día utilizados.

Si bien la cantidad de leche producida no parece verse afectada por el empleo de suplementos lipídicos en ninguno de los trabajos indicados, se han observado aumentos significativos en la producción de materia grasa (Casals 1992a, Font 1991), de forma que la producción de leche estandarizada por energía (Cuadro 2) tiende a aumentar.

En lo que se refiere al porcentaje de proteína bruta de la leche, Casals *et al.* (1989), con un 20% de JCAG en el concentrado, observaron un descenso significativo del mismo (Cuadro 2). Este descenso fue parcialmente reducido (Figura 2) al aumentar el nivel de proteína no degradable (PND) del concentrado mediante la adición de fuentes proteicas de baja degradabilidad (harina de sangre y gluten meal). Igualmente, Font (1991), en ovejas en mitad de la lactación y a una dosis del 12 % de JCAG en el pienso (70 g JCAG/ oveja y día), obtuvo una reducción significativa de dicho porcentaje. Paralelamente se observó una tendencia al descenso en el contenido de proteínas solubles y de caseína en la leche de las ovejas de los lotes suplementados. Por otro lado, Casals *et al.* (1992b), utilizando dosis variables de JCAG en el concentrado (0, 5, 10, 15, 20 %) encontraron diferencias significativas a nivel de $P < 0.10$ en el porcentaje de proteína bruta de la leche a partir del periodo de mitad de ordeño. Estas diferencias se hicieron más acusadas y altamente significativas al avanzar la lactación. El descenso fue especialmente notable en los lotes con más de un 15% de JCAG (Figura 4), lo cual indicaría que durante el ordeño el empeoramiento en el porcentaje de proteína es variable según la dosis utilizada y el momento de la lactación que se considere. En este sentido los resultados son claramente negativos a dosis elevadas, a partir de la segunda mitad de la lactación.

Por lo que se refiere a la recuperación de peso vivo y de condición corporal de las ovejas durante el ordeño, los suplementos lipídicos parecen afectar positivamente a ambos parámetros, de forma que en las 10 primeras semanas de ordeño, se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) favorables a los lotes suplementados (Figura 5).

Cabras en lactación

En esta especie, la mayoría de trabajos se han llevado a cabo fundamentalmente con animales en ordeño, habiéndose ensayado a efectos prácticos una mayor diversidad de lípidos que en ovino.

Algunos autores han utilizado lípidos convencionales con resultados negativos, como Lu (1988), que con un 5% de grasas animales en la ración observó una reducción tanto de la ingestión de materia seca como de algunos parámetros de la actividad ruminal (AGV, NH₃), lo que dio lugar a un ligero empeoramiento de la producción lechera.

En cambio, Delage y Fehr (1967), obtuvieron mejoras en la producción de leche ($P < 0.05$) y en el porcentaje y producción total de grasa ($P < 0.01$), al incluir un 8% de semilla de lino (80 g/cabra y día) en el concentrado de una ración de mitad de lactación, originalmente pobre en lípidos (1.3 % de extracto etéreo). Resultados similares, a excepción de la mejora en la producción de leche, se obtuvieron en la misma experiencia con un 5 % de aceite de cacahuete (50 g/cabra/día) y en otra experiencia posterior, en la que la ración deficitaria en lípidos se suplementó incluyendo en el concentrado un 4 % de sebo hidrogenado (72 g/día) o bien la misma cantidad de aceite de lino. Por su parte, Sauvant *et al.* (1986), en un trabajo de revisión, señalan también pérdidas en la producción de materia grasa al empobrecer una ración en lípidos. Sin embargo indican que, con los conocimientos actuales, la menor producción de leche observada por Delage y Fehr (1967) en dichas circunstancias podría deberse en parte a una carencia en nitrógeno fermentescible, pudiendo así haber disminuido la digestibilidad de la materia orgánica y en consecuencia el aporte energético de la ración.

De todas formas Morand Fehr *et al.* (1984) citan otra experiencia de su equipo en la que utilizando un 5 % de aceite de soja o un 5 % de sebo de bovino en el concentrado se incrementó el extracto etéreo de la ración de 2.4 a 4.5%, sobre materia seca. Esta ración permitió aumentar la producción de leche ($P < 0.001$) y el porcentaje ($P < 0.05$) y la producción de grasa ($P < 0.01$), sin que variara significativamente el porcentaje en proteína de la leche o la movilización de reservas corporales (Cuadro 4). No se observaron, a este nivel bajo de inclusión, diferencias entre los resultados obtenidos con el aceite (rico en AG insaturados) o con el sebo (más saturado).

Por su parte, Daccord (1987), con un 4% de grasa animal micronizada en el concentrado, indica aumentos en el porcentaje de grasa (NS) y en el de proteína ($P < 0.05$) de la leche.

En cuanto al empleo de semillas enteras de oleaginosas, los resultados obtenidos difieren en función del tipo de ración control utilizada. Así, Morand-Fehr *et al.* (1984) no encontraron diferencias en nivel de ingestión, producción y composición de leche, entre una ración control, conteniendo un 20% de Harina de soja y un 4.2% de su aceite, y otras raciones isoenergéticas e isoproteicas pero en base a soja cruda o extrusionada (24-25%). Daccord (1987), en una experiencia similar, en la que substituyó la Harina de soja (16 % en el concentrado) por un

20% de soja extrusionada obtuvo únicamente mejoras en los porcentajes de grasa (no significativas) y proteína ($P < 0.05$), con tendencia al descenso en la producción de leche. Por su parte Sauvant *et al.* (1986) citan haber obtenido mejoras en el porcentaje y la producción total de materia grasa, al utilizar semillas de soja extrusionadas en sustitución de Harina de soja, sin efectos negativos sobre la producción y el contenido en proteína.

En caprino, la utilización de lípidos protegidos por medio de complejos proteína-formaldehído ha permitido, al igual que en vacuno (Scott *et al.* 1970), obtener leche con un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados (Astrup y Nedkvitne 1972, citado por Morand-Fehr *et al.* 1981), lo que resulta de interés para la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares.

Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, el suministro de este tipo de lípidos puede ser poco efectivo si la protección no es de calidad adecuada. En este sentido, Morand-Fehr *et al.* (1981) utilizando un granulado de semillas de girasol molidas (24.7% de proteína y 42.4% grasa), observaron al inicio de la lactación una disminución de la ingestión (- 6%), sobre todo de forraje, que comportó un descenso semejante de la energía ingerida y del nivel de producción de leche, que se atribuyó a una protección sólo parcial (40-50%) del suplemento lipídico utilizado. A pesar de ello se obtuvieron mejoras significativas en cuanto a los porcentajes ($P < 0.01$) y cantidad ($P < 0.05$) de grasa y se constató un aumento en la eficacia de utilización de la energía ingerida. Resultados similares para la grasa de la leche han sido obtenidos por Lanzani *et al.* (1985) con aceite de soja mezclado con sémola de maíz y tratado el conjunto con formaldehído.

El empleo de jabones cálcicos de ácidos grasos, en sustitución de parte de los cereales del concentrado, ha sido también estudiado en caprino, habiéndose utilizado con frecuencia una dosis del 6% de JCAG en el pienso (Baldi *et al.* 1988 y 1992, Polidori *et al.* 1989), equivalente a un consumo de unos 60 g de JCAG/cabra y día. En estas circunstancias, la mejora obtenida se sitúa aproximadamente en +0.3 puntos en el porcentaje de grasa (aumento de 9-10% respecto al control) . Con dosis más elevadas, de alrededor de un 14% de JCAG en el concentrado, DeMaria-Ghiona *et al.* (1987) obtuvieron un aumento de 1.42 puntos de grasa, equivalente a un 40% respecto al control. Como consecuencia, en estos ensayos se observó también una mejora significativa ($P < 0.01$) de la producción total de grasa.

Al igual que en ovino, el JCAG no modificó la producción de leche en ninguna de estas experiencias, aunque Baldi *et al.* (1992) indicaron mejoras en el valor energético de la misma y en la producción de leche estandarizada al 3.5% de grasa (Cuadro 5). Por otra parte debe señalarse que en este caso tampoco se observaron descensos significativos en el porcentaje de proteína de la leche. Estos resultados unidos a los discutidos anteriormente por diversos autores y para distintas fuentes lipídicas, parecen indicar una respuesta particular del caprino en comparación con el empeoramiento del nivel de proteína que los lípidos suelen provocar tanto en ovino, tal como se ha visto anteriormente (Casals *et al.* 1990, 1991 y 1992), como en vacuno (Palmquist 1990).

En cuanto a los efectos de otros factores, como el estado de lactación o el aporte de concentrado, Sauvant *et al.* (1986) indican una mayor eficacia de paso de los lípidos de la ración a la leche al inicio de la lactación, con balance energético negativo, y en raciones ricas en forraje. En cambio, un aporte elevado de concentrado favorecería más la actividad anabólica del tejido adiposo, en detrimento de la grasa de la leche.

COMO SUPLEMENTO DE CUBRICION

El empleo de lípidos como suplemento alimenticio de "flushing" durante el periodo de cubrición, ha sido una práctica inusual en el ganado ovino. Sin embargo puede considerarse en muchos casos subsidiaria del empleo de algunos alimentos considerados de interés por su riqueza en otros nutrientes. Así, por ejemplo, el altramuz, que contiene aproximadamente un 10% de grasa sobre materia seca (INRA 1988), fue utilizado inicialmente por su contenido en proteína (Oldham y Lindsay 1984), con resultados positivos sobre la tasa de ovulación. Por su parte, Scaramuzzi y Downing (1990) obtuvieron igualmente resultados positivos con esta semilla proteaginoso, demostrando que estaban más relacionados con su aporte energético (en concreto de glucosa, por mediación de la insulina) que no con el suministro de aminoácidos.

Sin embargo, en el caso del ganado bovino, se observa en los últimos años un creciente interés por conocer los efectos del empleo de lípidos protegidos en los resultados reproductivos de las vacas lecheras (Ferguson *et al.* 1990, Sklan *et al.* 1991) y las causas metabólicas por las que los mismos se pueden producir (Grummer y Carroll 1988 y 1991). De las revisiones de estos últimos autores se desprende que, en esta especie, las razones por las que los lípidos podrían actuar sobre los parámetros reproductivos serían básicamente tres:

- Suministro adicional de ácido linoleico, un ácido graso esencial que es precursor de la prostaglandina $F_{2\alpha}$.
- Aumento de la síntesis de progesterona, como consecuencia de aumentos en el nivel de colesterol.
- Mejora del balance energético de la ración.

Ante esta situación y dada la escasez de datos referentes al uso de lípidos en ovejas en cubrición, Casals *et al.* (1991b) estudiaron los efectos del empleo de jabones cálcicos de ácidos grasos, como suplemento energético de "flushing".

En una primera experiencia, realizada en verano (Julio-Septiembre), se utilizaron ovejas y corderas en condiciones de estabulación permanentemente que recibieron una ración ligeramente por debajo de mantenimiento. La mitad de los animales fueron suplementados con JCAG a nivel de 150 g/día en las ovejas y 100 g/día en las corderas. La suplementación se mantuvo por espacio de 45 días después de una sincronización de celos sin aplicación de PMSG, para no alterar la ovulación. Los resultados obtenidos (Cuadro 6) mostraron diferencias significati-

vas en cuanto a prolificidad y fecundidad en las ovejas que recibieron el suplemento lipídico y una tendencia al aumento de dichos parámetros en las corderas. La tasa de ovulación tendió al aumento en el caso de las ovejas, aunque las diferencias no fueron significativas ($P < 0.22$). La fertilidad, por su parte, tendió también al aumento, tanto en ovejas como en corderas.

Dos nuevas experiencias se realizaron a continuación en primavera (Marzo-Mayo) en condiciones de semiestabulación, con pastoreo de praderas de secano y complementación en el aprisco. En la primera de ellas los animales se dividieron en tres lotes homogéneos que recibieron como suplemento de flushing: nada, 0.5 kg/día de cebada y 150 g/día de JCAG. En la otra experiencia las ovejas se asignaron únicamente a dos lotes: nada o 150 g/día de JCAG. En ambos casos se realizó monta natural, introduciendo los moruecos a los 15 días del comienzo del flushing y manteniéndolos durante 60 días. Tal como puede apreciarse en el cuadro 7, no se obtuvieron en ninguna de ellas diferencias significativas entre lotes, aunque los lotes con JCAG presentaron mejores valores reproductivos.

Las razones por las cuales la respuesta obtenida fue distinta entre experiencias probablemente sea debida a las diferencias en la disponibilidad de alimentos y la época del año en que se realizaron. En este sentido (Folch *et al.* 1987) indican que en primavera, con abundancia de pasto, los efectos del flushing son inferiores a los de otoño, dado que el suplemento ejerce un efecto de sustitución sobre la ingestión de pasto y por otra parte la época del año es menos favorable a la ovulación.

EFFECTOS ANTIESTRES TERMICO

La explotación de rumiantes en condiciones de temperaturas ambientales elevadas puede verse perjudicada por los efectos negativos del llamado "estrés térmico". En este sentido, Bhattacharya y Hussain (1974), en ovino con distintos tipos de raciones (relación Forraje/Concentrado de 25/75 a 75/25), observaron descensos ($P < 0.01$) en el nivel de ingestión y en la digestibilidad de varios de los componentes de la ración (Materia seca, Proteína bruta, Grasa bruta y Energía) al aumentar la temperatura ambiente de 22 °C a 32 °C, junto a la humedad relativa. La mayor pérdida de ingestión (50%) se produjo en la ración con un 75% de forraje. La incorporación a la misma de un 6% de sebo redujo no significativamente la pérdida de ingestión a un 33%. Por el contrario a 22 °C el sebo tendió a disminuir la ingestión.

La ventaja de los lípidos en la ingestión a temperaturas altas se basa en su menor producción de extracalor, respecto a otros alimentos (Baldwin *et al.* 1980), debido a la necesidad de una menor energía de activación, por ejemplo si se compara con el acetato, y a su incorporación directa en el producto final, como puede ser en la grasa de la leche. Así la ingestión de 100 Mcal de EN procedente de lípidos causa una menor producción de calor que un aporte energético equivalente procedente de la digestión de fibra, almidón o proteína (Palmquist 1990).

Debido a esa mayor eficacia en la utilización de la energía, también en vacuno, en condiciones de temperatura ambiente elevada, se han obtenido con el

empleo de lípidos mejoras en la ingestión voluntaria de alimentos y en el total de energía ingerida (Skaar *et al.* 1989). Los resultados, sin embargo, no son siempre positivos (Palmquist 1990), y son necesarias nuevas investigaciones en este sentido.

POSIBILIDADES DE UTILIZACION DE LIPIDOS EN ZONAS ARIDAS

La utilización de lípidos, preferiblemente protegidos, o en combinación con dosis limitadas de lípidos convencionales, como suplemento energético en la alimentación de pequeños rumiantes puede ser una alternativa de interés práctico que permita los reducir aportes excesivos de cereales, favoreciendo el aumento del contenido en grasa de la leche, tanto en ovino como en caprino, por lo que su empleo sería especialmente recomendable en el caso de animales en ordeño.

Su uso presenta un mayor interés en la primera parte de la curva de lactación, coincidiendo con la época de máximas necesidades alimenticias de los animales. En dicho período la respuesta en grasa y en producción de leche estandarizada por energía es elevada y en cambio los posibles efectos negativos del suplemento lipídico sobre el contenido en proteína de la leche suelen ser reducidos. Igualmente, el empleo de lípidos puede aumentar la producción de leche de animales que reciban inicialmente raciones limitantes en dicho componente. Su empleo puede reducir las pérdidas de peso y de condición corporal, y producir una recuperación más rápida del mismo al avanzar la lactación.

La suplementación lipídica durante la cubrición puede ser también de interés si la calidad o disponibilidad de forrajes es limitada, siendo previsible un aumento de la prolificidad y la productividad del rebaño. Por el contrario en periodos de abundancia de alimentos no deben esperarse efectos.

Por otra lado, los lípidos pueden contribuir a evitar descensos en los niveles de ingestión de los animales en épocas en que las temperaturas ambientales sean elevadas, por lo que su empleo podría ser recomendable sobre todo en las zonas áridas para animales cuya ración sea fundamentalmente a base de forrajes.

CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de que en los últimos años se han producido importantes avances en el conocimiento de diferentes sistemas de protección de los lípidos y de los resultados que pueden obtenerse en su empleo, la información disponible en ovejas y cabras resulta todavía limitada, siendo necesario un importante esfuerzo de investigación en este sentido. Entre las posibles aspectos de interés, cabe destacar los siguientes:

- Desarrollo de métodos rápidos y fiables para la evaluación del grado de protección de las grasas "by pass".
- Determinación del valor nutritivo real (ED, EM, ENL) de las principales fuentes lipídicas.

- Valoración de las causas por las que los lípidos tienden a disminuir el contenido en proteína de la leche y propuesta de estrategias para reducir dichos efectos.

- Valoración de los efectos productivos y reproductivos del empleo de lípidos a medio y largo plazo.

- Estudio de las pautas correctas de administración a los animales, tanto desde el punto de vista de dosis y tipo de lípidos, como del momento adecuado de utilización.

BIBLIOGRAFIA

BALDI A., CORINO C., SIMONDI C., TIBERIO F. 1988. Impiego dei saponi di calcio nell'alimentazione di capre in lattazione: modificazione di alcuni parametri ematochimici. XLII Conv. Società Italiana Scienze Veterinarie. Mantova, 1113-1115.

BALDI A., CHELI F., CORINO C., DELL'ORTO V., POLIDORI F. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. *Small Rum. Res.* 6: 303-310.

BALDWIN R.L., SMITH N.E., TAYLOR J., SHARP M. 1980. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. *J. Anim. Sci.*, 51: 1416-1428.

BHATTACHARYA A. N., HUSSAIN F. 1974. Intake and utilization of nutrients in sheep fed different levels of roughage under heat stress. *J. Anim. Sci.*, 38: 877-886.

CAJA G., CASALS R., TORRE C. 1990. Empleo de grasas en la alimentación del vacuno lechero. *Bovis*, 34: 31-39.

CASALS R., CAJA G., SUCH X., TORRE C. 1989. Efectos de la incorporación de grasa y proteína no degradables en el concentrado de lactación de ovejas de ordeño. ITEA, 9 vol. extra: 107-109.

CASALS R., CAJA G., GUILLOU D., TORRE C., SUCH X. 1991a. Variación de la composición de la leche de ovejas Manchegas según la dosis de lípidos protegidos. ITEA, 11 vol. extra: 331-333.

CASALS R., CAJA G., PARAMIO M.T., TORRE C., FERRET A. 1991b. Primeros resultados del empleo de lípidos protegidos en el flushing de ovejas. ITEA, 11 vol. extra: 133-135.

CASALS R., CAJA G., SUCH X., TORRE C., FABREGAS X. 1992a. Lactational evaluation of effects of calcium soap and undegraded intake protein on dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 75, en prensa.

CASALS R., CAJA G., GUILLOU D., TORRE C., SUCH X. 1992b. Influence of dietary levels of calcium soaps of long chain fatty acids on lactational performance of dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 75, en prensa.

DACCORD R. 1987. Effect of addition of animal or vegetable fat to a hay based diet on digestibility and nitrogen balance in the lactating goat. *Ann. Zootech*, 36: 329.

DE MARIA GHIONNA C., BATOCCI S., TERZANO G., BORGHESE A., ANGELUCCI M. 1987. Integrazione acidica sotto forma di sali di calcio nella dieta di capre in lattazione. Effetto sulla produzione e qualità del latte. XLI Conv. Società Italiana Science Veterinaire. Cotanello (Catanzaro), 41 : 718-722.

DELAGE J., FEHR P.M. 1967. Influence des lipides alimentaires sur la sécrétion des acides gras par la mamelle de chèvre: influence de la teneur du régime en lipides sur le taux butyreux du lait et sa composition en acides gras. Ann Biol. Anim. Biochem. Biophys., 7: 437.

DOREAU M., FERLAY A., ELMEDDAH Y., BAUCHART D. 1989. La protection des matières grasses utilisées dans l'alimentation des ruminants: conséquences sur la digestion. Revue Française des corps gras, 36: 271-278.

FERGUSON J.D., SKLAN D., CHALUPA W., KRONDFELD D.S. 1990. Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. J. Dairy Sci., 73: 2864-2879.

FOLCH J., PARAMIO M.T., MUÑOZ F., SAINZ CIDONCHA F., VALDE-RRABANO J., ECHEGOYEN E. 1987. Influencia de la alimentación sobre la actividad reproductiva de la oveja Rasa Aragonesa en primavera. II. Efecto del nivel alimenticio y del flushing en estabulación permanente. ITEA, 68: 3-14.

FONT F. 1991. Effets de l'apport de lipides protégés sur la composition du lait de brebis de race Manchega et des fromages. Memoire de D.A.A., E.N.S.A. Rennes. 71 pp.

GRUMMER R.R., CARROLL D.J. 1988. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. 1988. J. Anim. Sci., 66: 3160-3173.

GRUMMER R.R., CARROLL D.J. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. J. Anim. Sci., 69: 3831-3852.

HORTON, G.M.J., DENISE D. PALATINI, CATHERINE TREADWELL-HILL. 1989. The effect of protected fat on the yield and composition of ewe's milk, suckling lamb growth rate and blood chemistry changes. J. Dairy Sci., 72 (Supl. 1):425.

INRA, 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. R. Jarrige. INRA, Paris. 476 pp.

JENKINS T.C., PALMQUIST D.L. 1984. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. J. Dairy Sci., 67:978-986.

KOVESSY M., ROBINSON JJ, LOUG A.K., AITKEN R.P. 1987. The effect of a dietary supplement of protected fat on the yield and composition of milk from ewes receiving different levels of fish meal in their diet. Anim. Prod., 44: 482.

LANZANI A., BONDIOLI P., MARIANI A., FEDELI E., POLIDORI F., DELL'ORTO V., CORINO C., GIUSI A., CONTARINI G., FERRO E. 1985. Prove di impiego di un liquid feed addizionato di grassi protetti nell'alimentazione di capre in lattazione. Atti VI Congresso Nazionale Associazione Scientifica Produzione Animale. Perugia. p 87-92.

LU C. D., POTCHOIBA M.J., IVEY D. 1988. Productive performance of lactating dairy goats fed isoenergetic diets containing hydrolyzed animal fat. J. Dairy Sci., 71 (Supl. 1):255 (Abstr.).

MORAND-FEHR P., BAS P., SAUVANT D. 1981. Influence des lipides protégés sur les performances et le métabolisme des chèvres en début de lactation. En: Nutrition et systèmes d'alimentation de la Chèvre. INRA-ITOVIC. Tours. p 27-44.

MORAND-FEHR P., SAUVANT D., BAS P. 1984. Utilisation des matières grasses chez les ruminants. Expériences françaises réalisées sur chèvres laitières. En: Peut-on et comment utiliser les matières grasses dans les rations des vaches laitières?. Inst. Nat. Agron. Paris Grignon, Paris. p D1-D22.

NRC, 1989. Nutrient requirements of dairy cattle, Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C., 157 p.

OLDHAM C.M., LINDSAY D.R. 1984. The minimum period of intake of lupin grain required by ewes to increase their ovulation rate when grazing dry summer pasture. En: Reproduction in Sheep. Ed. D.R. Lindsay y J.L. Pearce. Australian Academy Science. Camberra. p 274-276.

PALMQUIST D.L. 1990. Using fat strategically in dairy cattle rations. Proceedings, International Animal Nutrition Symposium, Brussels, Belgium. 25 Sept. 1990. National Renderer's Assotiation. 24 pp.

PALMQUIST D. L., JENKINS T.C. 1980. Fat in lactation rations: Review. J. Dairy Sci., 63: 1-14.

PÉREZ HERNANDEZ M., ROBINSON J.J., AITKEN R.P., FRASER C. 1986. The effect of dietary supplements of protected fat on the yield and fat content of ewe's milk and on lamb growth rate. Anim. Prod. 42: 455.

POLIDORI F., CHELI F., BALDI A., CORINO C., DELL'ORTO V. 1989. Influenze sulle caratteristiche quanti-qualitative del latte di capra di una dieta addizionata di saponi di calcio. Atti del XXIV Simposio Internazionale di Zootecnia, "Piccoli ruminanti oggi". Ed. G.F. Greppi y M. Corti. Milano, 20 aprile 1989. p 149-153.

ROBINSON, J.J. 1986. Formulation of feeding strategies for sheep. Page 76 En Proceedings of an international seminar: Feedingstuffs evaluation, modern aspects, problems, future trends. Ed. R.M. Livingstone. Aberdeen. p 76-92.

SAUVANT D., MORAND-FEHR P., BAS P. 1986. L'intérêt des lipides dans les aliments concentrés: Observations chez la chèvre. Les Dossiers de l'Élevage, 5: 51-57.

SCARAMUZZI R.J., DOWNING J.A. 1990. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones. III International Ruminant Reproduction Symposium. Nice, 25-28 March 1990.

SCOTT T.W., COOK L.J., FERGUSON K.A., McDONALD I.W., BUCHANAN R.A., GILLS G.L. 1970. Production of polyunsaturated milk fat in domestic ruminants. Aust. J. Sci., 32: 291-293.

SKAAR T.C., GRUMMER R.R., DENTINE M.R., STAUFFACHER R.H. 1989. Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. J. Dairy Sci., 72: 2028-2038.

SKLAN D., MOALLEN U. 1991. Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows. 1991. J. Dairy Sci., 74: 510-517.

STEELE W. 1979. The performance of lambs reared by ewes given protected lipids during late pregnancy and early lactation. *Anim. Prod.*, 28: 287-296.

SUTTON J.D. 1988. Concentrate feeding and milk composition. *En Recent Developments in Ruminant Nutrition*, 2. Ed. W. Haresign y D.J.A. Cole. Butterworths. London. p 97-110.

TORRE C., CASALS R., CAJA G., PARAMIO M.T., FERRET A. 1991. The effects of body condition condition score and flushing on the reproductive performances of Ripollésa breed ewes mated in spring. *En: Etat Corporal des Brebis et Chèvres. Options Méditerranéennes, Serie A*, 13: 85-90.

Cuadro 1

Efecto de la dosis de lípidos protegidos en la producción y composición de leche de ovejas durante el periodo de cría, según el nivel de ingestión de energía (Pérez Hernández et al. 1986).

Jabón Cálcico (g/d)	Energía Metabolizable Ingerida							
	22.5 MJ/día				27.0 MJ/día			
	0	75	150	n.s.	0	75	150	n.s.
Producción (kg/d)	3.22	3.26	3.40	NS	3.68	3.77	3.79	NS
Grasa (%)	7.73	8.87	9.93	*	7.80	7.87	8.80	*
Grasa (g/d)	249	292	339	**	293	302	323	*
Proteína (%)	4.26	4.30	4.15	NS	4.27	4.31	4.27	NS

n.s.= Nivel de significación: NS=no significativo, *=p<0.05, **=p<0.01.

Cuadro 2

Efecto de la inclusión de jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) y de proteína no degradable (PND) en el concentrado sobre la producción y composición de leche de ovejas durante los periodos de cría y ordeño (Casals et al. 1992a).

	Tipo de Concentrado ¹				±ES	Efecto ⁴ (P<)	
	C	G	C+P	G+P		JCAG	PND
Leche (kg/oveja)							
Cría ²	45.7	43.8	50.5	42.8	1.93	.22	.61
Ordeño ²	89.1	92.8	86.6	79.6	3.76	.82	.49
Grasa (%)							
Cría	7.39	9.66	7.41	10.37	.26	.0001	.31
Ordeño	7.94	9.67	8.51	9.98	.17	.0001	.09
Grasa (Kg/oveja)							
Cría	3.34	4.18	3.80	4.51	.20	.05	.31
Ordeño	6.63	8.65	6.85	7.69	.33	.03	.57
Proteína (%)							
Cría	5.24	5.01	5.14	4.98	.05	.12	.55
Ordeño	6.24	5.59	6.41	5.87	.08	.0001	.12
Proteína (Kg/oveja)							
Cría	2.39	2.18	2.56	2.10	.09	.07	.80
Ordeño	5.42	5.05	5.37	4.59	.21	.19	.56
LEE (kg/oveja) ³							
Cría	54.9	63.5	62.0	66.8	2.8	.24	.37
Ordeño	108.6	132.3	110.0	116.5	5.0	.14	.48

1 Tipo de Concentrado: C) 0% JCAG y 5.6% PND, G) 20% JCAG y 5.6% PND, 3) 0% JCAG y 8.6% PND, y 4) 0% JCa y 8.6% PND.

2 Cría: Semanas 0-4 post parto. Ordeño: Semanas 4-21 post parto.

3 LEE = Leche Estandarizada por Energía = 0.11 * GB(%) + 0.4

4 Interacciones JCAG x PND no significativas (P>.10)

Cuadro 3

Efecto de la dosis de Jabón Cálculo de Acidos Grasos en el concentrado de ovejas en lactación sobre la producción y composición de leche durante los periodos de cría y ordeño (Casals et al. 1992b).

	Dosis de Jabón Cálculo (%)					±ES	P <
	0	5	0	15	20		
Leche (kg/ov.)							
Cría ¹	42.9	41.9	48.8	47.5	45.5	1.8	.73
Ordeño ²	88.9	99.1	82.8	88.5	85.0	4.2	.81
Grasa (%)							
Cría	7.25 ^a	7.78 ^a	9.32 ^{bc}	8.74 ^b	10.44 ^c	.25	.001
Ordeño	7.41 ^a	8.22 ^b	9.35 ^c	8.88 ^{bc}	9.35 ^c	.17	.001
Grasa (kg/ov.)							
Cría	3.10 ^a	3.28 ^a	4.57 ^b	4.22 ^{ab}	4.77 ^b	.22	.05
Ordeño	6.45	7.99	7.59	7.62	7.78	.36	.73
Proteína (%)							
Cría	5.00	4.86	4.89	4.97	4.94	.04	.81
Ordeño	5.95	5.93	5.98	5.52	5.63	.08	.20
Proteína (kg/ov.)							
Cría	2.14	2.05	2.36	2.28	2.24	.08	.78
Ordeño	5.18	5.74	4.79	4.70	4.68	.23	.60
LEE ³ (kg/ov.)							
Cría	51.7	52.9	69.8	65.3	70.7	3.1	.11
Ordeño	106.5	127.6	116.6	119.2	119.6	5.6	.86

1 Cría: Semanas 0-4 post parto

2 Ordeño: Semanas 4-21 post parto

3 LEE = Leche Estandarizada por Energía = $0.11 * GB(\%) + 0.4$

Cuadro 4

Efecto de un aporte moderado (5 %) de lípidos convencionales (aceite de soja y sebo de bovino) en el concentrado de cabras, al inicio del ordeño, sobre la producción y composición de la leche (Morand-Fehr et al. 1984).

	Tipo de concentrado			n.s.
	Control	Aceite Soja	Sebo animal	
Extracto etéreo ración (% sms)	2.4	4.5	4.5	
Prod. de leche (kg/día)	2.9 ^a	3. ^{qb}	4.1 ^b	***
Grasa Bruta (%)	4.6 ^a	4. ^{qb}	4.8 ^b	*
Proteína Bruta (%)	3.4	3.3	3.3	NS
Prod. leche 3.5 % G.B. (kg/d)	2.9 ^a	3. ^{qb}	4.1 ^b	**

n.s. = nivel de significación: NS = no significativo, *= $P < 0.05$, **= $P < 0.01$, ***= $P < 0.001$.

Cuadro 5

Efecto de la inclusión de lípidos protegidos en el concentrado de cabras en lactación sobre la producción y composición de la leche (Baldi et al. 1992).

	Tipo de concentrado			
	Control	Grasa ¹	±ES	n.s. ²
Leche (kg/d)	3.3	3.4	.12	NS
Grasa (%)	3.4	3.7	.11	**
Grasa (g/d)	112.5	127.6	6.17	**
Proteína (%)	2.6	2.6	.07	NS
Proteína (g/d)	86.9	89.5	3.86	NS
Leche 3.5% G.B. (kg/d)	3.2	3.5	.15	**
Energía leche (kcal/kg)	654	682	12.90	**

¹ Pienso idéntico al Control, conteniendo 60 g de Jabón Cálcico de Ácidos Grasos y 10 g de harina de soja, en substitución de 60 g de harina de maíz y 10 g de CO_3Ca .

² n.s.= Nivel de significación: NS = no significativo, **= $P < 0.01$.

Cuadro 6

Efectos de un flushing con jabón cálcico de ácidos grasos (JCAG) en ovino de raza Manchega, en condiciones de subalimentación moderada, en verano (Casals et al. 1991b)

Tipo de animales	Ovejas			Corderas		
	O	FG(+150g)	ns	O	FG(+100g)	ns ²
Lote¹ experimental						
Experiencia 1 (n° animales):	(24)	(24)	(48)	(12)	(12)	(24)
Presentación celo (%)	96	100	NS	100	100	NS
Tasa Ovulación 1er ciclo	1.25	1.50	NS	1.00	1.08	NS
Fertilidad 1er ciclo (%)	60.9	58.3	NS	33.3	50.0	NS
" 1°+2° " (%)	69.6	75.0	NS	66.7	75.0	NS
Prolificidad 1er ciclo	1.07	1.31	NS	1.00	1.17	NS
" 1°+2° "	1.06	1.56	**	1.00	1.22	NS
Fecundidad 1°+2° ciclo (%)	74	117	*	67	92	NS

¹ Lotes: O= Control, FG= Flushing con JCAG.

² ns= nivel significación: NS=No significativo, * = P < 0.05, ** = P < 0.01

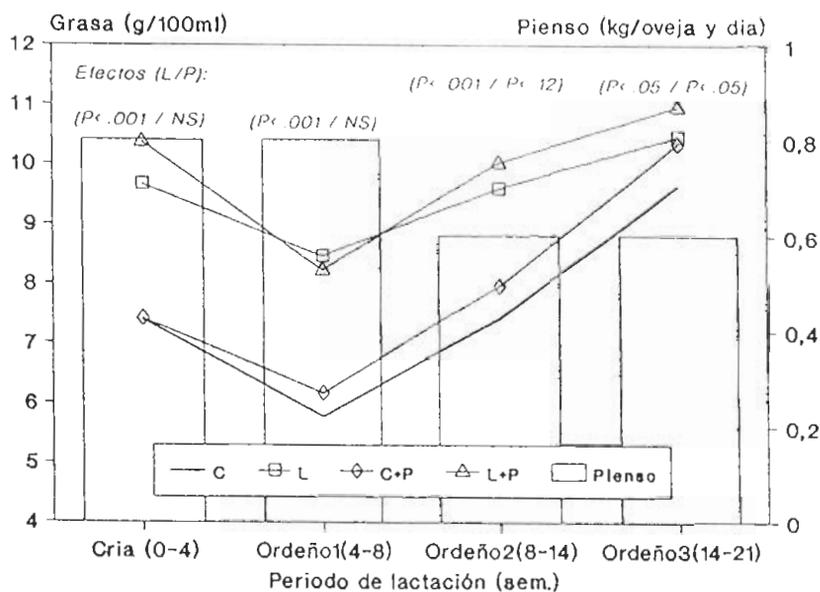
Cuadro 7

Efectos de un flushing con jabón Calcico de Acidos Grasos (JCAG) en ovejas de raza "Ripollesa", bajo condiciones de pastoreo en primavera (Casals et al. 1991b).

Lote ¹ experimental	O	FG(+150g)	FC(+500g)	ns ²
Experiencia 2 (n° ovejas):	(27)	(28)	(27)	(82)
Presentación de celo (%)	96	100	96	NS
Fertilidad 1er ciclo (%)	51.9	53.6	44.4	NS
" 1° + 2° "	74.1	85.7	77.8	NS
Prolificidad 1er ciclo	1.43	1.53	1.58	NS
" 1° + 2° "	1.55	1.42	1.57	NS
Fecundidad 1° + 2° ciclo (%)	115	121	122	NS
Experiencia 3 (n° ovejas):	(31)	(30)	-	(61)
Presentación de celo (X)	93	90	-	NS
Tasa Ovulación 1er ciclo	1.40	1.46	-	NS
" " 1° + 2° "	1.32	1.35	-	NS
Fertilidad 1er ciclo (X)	29.0	33.3	--	NS
" 1° + 2° (X)	58.1	60.0	-	NS
Prolificidad 1er ciclo	1.20	1.20	-	NS
" 1° + 2° "	1.28	1.22	-	NS
Fecundidad 1° + 2° ciclo (X)	74	73	-	NS

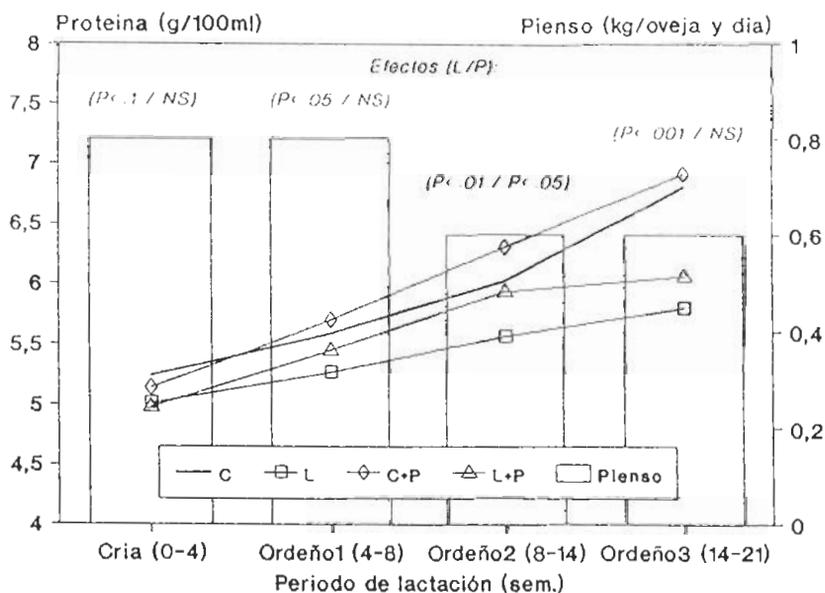
¹ = Control, FG= Flushing con JCAG, FC= Flushing con Cebada.

² ns= nivel significación: NS=No significativo.



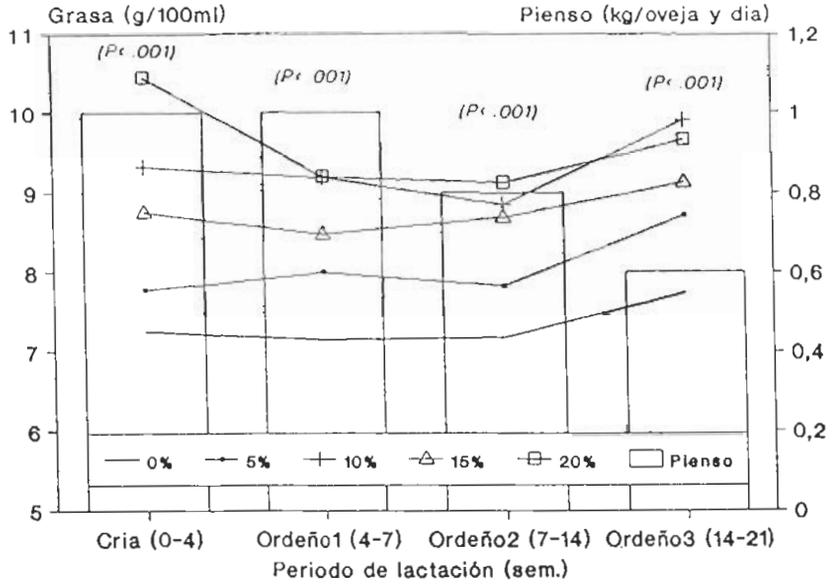
(Casals et al. 1992a)

Fig. 1: Efecto de la inclusión de Lípidos (L) y de Proteína no degradable (P) en el pienso sobre el contenido en grasa de la leche de ovejas.



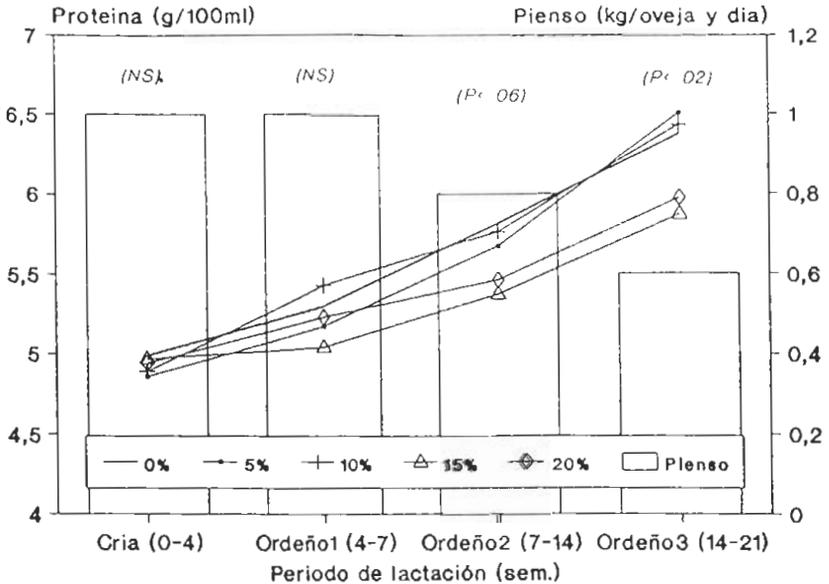
(Casals et al. 1992a)

Fig.2: Efecto de la inclusión de Lipidos (L) y de Proteína no degradable (P) en el pienso sobre el contenido en proteína de la leche de ovejas.



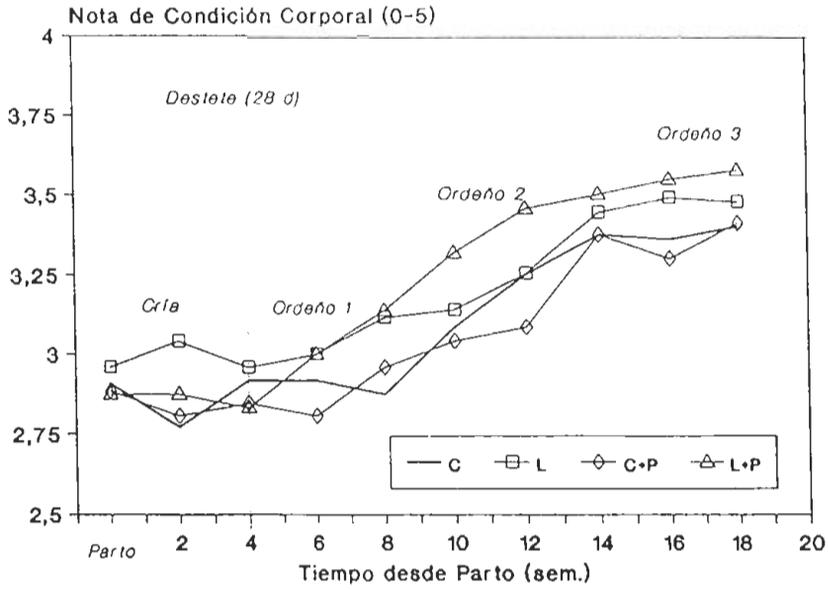
(Casals et al. 1992b)

Fig. 3: Efecto de la dosis de Lípidos (Jabón Cálculo) en el pienso sobre el contenido en grasa de la leche de ovejas.



(Casals et al. 1992b)

Fig. 4: Efecto de la dosis de Lípidos (Jabón Cálculo) en el pienso sobre el contenido en proteína de la leche de ovejas



(Casals et al. 1992a)

Fig. 5: Efecto de la inclusion de Lípidos (L) y de Proteína no degradable (P) en el pienso sobre la evolución de la condición corporal de ovejas

OPTIMIZACION DEL CRECIMIENTO EN EL CABRITO PRERRUMIANTE.- ASPECTOS A CONSIDERAR

M^a R. Sanz Sampelayo, L. Lara, I. Ruiz, I. Prieto, F. Gil y J. Boza
Departamento de Fisiología Animal.
Estación Experimental del Zaidín
Profesor Albareda, 1. 18008 Granada

Dentro del marco de interés y necesidad de investigación en el sector caprino, en lo referente a las primeras etapas de vida del animal y con objeto de sentar las bases científicas que hagan posible la práctica de una correcta lactancia artificial de los mismos, los estudios ya realizados, han ido poniendo claramente de manifiesto cómo este animal participa de los aspectos de comportamiento nutritivo típicos de todo prerrumiante, mostrando a la vez unas características particulares que son las que determinan su típico crecimiento y desarrollo, caracterizado por el difícil engrasamiento que presenta. El análisis de este particular comportamiento frente al cordero, ha originado una información que permite indicar cómo a nivel nutritivo, las diferencias se originan a causa de mostrar el cabrito una menor ingesta de alimento y menor eficiencia bruta de retención de la energía metabolizable ingerida, junto a una retención energética que se orienta hacia un máximo depósito proteico. A nivel más íntimo cabe destacar que el metabolismo de este animal queda orientado hacia una óptima utilización de la proteína digestible para su retención, mostrando al mismo tiempo una alta movilización lipídica, entendida ésta como el resultado neto de los procesos de lipogénesis, lipólisis y reesterificación de los ácidos grasos liberados durante la lipólisis. Aparece así el caprino joven participando de todas las características de comportamiento nutritivo y metabólico típicas de las razas magras, quedando al mismo tiempo establecido el que a nivel práctico aparece siendo capaz de utilizar sustitutos lácteos que contengan un alto contenido en grasa, bajo cuya utilización pueden obtenerse animales con un desarrollo corporal similar al conseguido bajo ingesta de leche de cabra, aunque alcanzándose menores crecimientos.

Con estos antecedentes y centrándonos en el objetivo de lograr en el caprino joven de nuestras razas lecheras, el crecimiento deseado, diremos que hoy las nuevas posibilidades tanto tecnológicas como conceptuales, hacen que se pre-

sente un especial interés más que en potenciar el crecimiento, en el de optimizarlo. Tanto si se trata de animales de carne como si no, lo que acabamos de decir indica de manera clara, que el estudio del crecimiento animal se orienta actualmente hacia la consecución de una determinada composición corporal. En este sentido y como nos indica WEBSTER (1986), la composición corporal de un animal es la resultante del efecto que durante un determinado período de tiempo ejerce su nutrición sobre los factores tanto genéticos como fisiológicos, factores que junto con los nutritivos, determinarán el fenotipo correspondiente. Junto a esto se sabe que al variar la calidad de una dieta, es posible variar la composición corporal de los animales alimentados ad libitum, indicando los autores la importancia de este hecho en cuanto a lo que ha venido en llamarse estrategias de alimentación. Lo que acabamos de indicar implica que los animales durante su crecimiento persiguen ciertas metas de composición, variando la ingesta de diferentes dietas con objeto de alcanzar dichas metas lo mejor posible (RADCLIFFE y WEBSTER, 1978, 1979).

Bioenergéticamente hablando, la eficiencia del proceso de crecimiento queda determinada por el modo en que la ingesta de energía metabolizable se distribuye entre pérdida de calor, energía retenida como proteína y energía retenida como grasa. En este sentido, la optimización del crecimiento por medio de la manipulación de los factores nutritivos, pasa por la necesidad de llegar a conocer cómo lograr una partición de la energía retenida tal, que la razón entre la cantidad de ella retenida como proteína y la depositada como grasa, se sitúe en el punto deseado. Junto a esto y en relación con el diseño de la composición nutritiva del alimento a utilizar, habrá que tener en cuenta que la intensidad del crecimiento vendrá primeramente determinada por la cantidad de proteína dietética, proteína que para ser utilizada con ese fin, necesitará de una conveniente disponibilidad energética, dependiendo en último lugar el estado de engrasamiento, de la energía sobrante y de las vías metabólicas implicadas en su utilización para la síntesis de grasa.

Para lograr el objetivo de optimizar el crecimiento del caprino joven, los conocimientos ya disponibles sobre su comportamiento nutritivo, hacían plantearse la necesidad de analizar el efecto que las variaciones en las cantidades de proteína del sustitutivo lácteo a emplear, en relación con las de energía en forma de grasa, podrían tener sobre la cantidad y calidad del crecimiento conseguido. En resumen se trataría de poder llegar a contestar a las preguntas: ¿hasta que punto cantidades crecientes de proteína determinan en estos animales mayores crecimientos?; ¿en qué cuantía sería la energía en forma de grasa depositada como tal o derivada hacia la utilización proteica?; ¿cuál sería de acuerdo con esta partición, la cantidad de proteína y grasa necesaria a introducir en el lactorreemplazante, con el fin de conseguir junto a un adecuado crecimiento, la composición corporal deseada? y, finalmente, ¿cómo repercutirían estos aspectos de composición del alimento sobre la ingesta voluntaria?.

Para obtener la información necesaria con la que poder contestar a las preguntas planteadas, se diseñaron nueve lactorreemplazantes diferentes según la

cantidad de proteína (20, 24, 28%) y grasa (20, 24, 28%) de los mismos, analizándose bajo su empleo y por medio de la realización de una serie de ensayos de alimentación, balance y sacrificio con cabritos de raza Granadina desde el nacimiento hasta los 60 días de edad, el proceso de ingesta voluntaria, crecimiento, utilización digestiva de nutrientes, utilización metabólica de la proteína y energía y, composición corporal. Comentamos aquí los resultados más representativos de los distintos ensayos, presentando en la Tabla 1, la composición nutritiva de los diferentes sustitutivos.

CRECIMIENTO Y UTILIZACION DEL ALIMENTO

En la Tabla 2, se recogen los valores obtenidos para las tasas medias de crecimiento e índices de transformación del alimento. De manera clara y como era de esperar, la concentración proteica determinaba la tasa de crecimiento conseguida, con diferencias significativas entre los valores correspondientes a los lotes distintos según nivel proteico. Los índices de transformación o conversión de alimento quedaban comprendidos entre 1,91-1,30 kg materia seca/kg incremento de peso, resultando para cada uno de los niveles proteicos utilizados, el mejor valor cuando la grasa se incluía al nivel más alto, menos para el caso de nivel máximo de proteína con el que fue el nivel medio de grasa el que lograba la mejor utilización.

Como hemos indicado, uno de los aspectos que se pretendieron analizar con más interés en el presente estudio, era el referido a como los factores nutritivos pueden determinar la ingesta voluntaria. En este sentido y en relación con el animal en crecimiento, existen dos opiniones al parecer contradictorias. Por una parte, una serie de resultados experimentales apuntan a que durante el crecimiento, la ingesta de alimento se regula de manera que el animal consiga la máxima tasa de retención proteica, siendo por tanto la proteína de la dieta la que determinaría la ingesta máxima, de tal modo que el animal iría ingiriendo más de las dietas con contenidos crecientes de proteína hasta llegar a una cuya concentración proteica determinara una máxima tasa de retención de la misma (RADCLIFFE y WEBSTER, 1978, 1979). Por el contrario, otros resultados parecen indicar que durante el crecimiento, la ingesta máxima queda determinada por la cantidad de energía metabolizable ingerida, dependiendo por tanto, la ingesta proteica, de la concentración que de ésta presenta la dieta (HARRIS, 1981). En nuestro caso, las cantidades de proteína y energía ingeridas (Tabla 3), aumentaban según nivel de proteína del alimento, resultados que parecen indicar que es el nivel de proteína el que regula en estos animales la ingesta de alimento, no pareciendo según esto, haberse alcanzado con los sustitutivos programados, el porcentaje de proteína que hubiese logrado el techo de máximo depósito y por tanto, máxima ingesta.

APROVECHAMIENTO DIGESTIVO DE NUTRIENTES

Se sabe que el nivel de ingesta influye en la digestibilidad y, que este nivel varía en el animal en crecimiento alimentado ad libitum. A pesar de esto, la biblio-

grafía referente a la digestibilidad que tanto las leches naturales como los lactorreemplazantes presentan, se refiere a datos de coeficientes de digestibilidad aparente, a pesar de estar en la mayoría de los casos los animales experimentales alimentados ad libitum o saciedad. Por otra parte y en relación con el efecto que el nivel de ingesta puede tener sobre la digestibilidad de los nutrientes, TERNOUTH y colaboradores (1974, 1975), después de estudiar el modelo de vaciamiento abomasal de terneros alimentados con diferentes lactorreemplazantes, indican que el volumen de jugo pancreático así como la cantidad de enzimas secretadas en él, parece depender de la cantidad que de proteína y grasa sin digerir, llega a duodeno, hecho que hace opinar a los autores que la cantidad de enzimas secretadas por el páncreas queda sujeta a un posible control intestinal, probablemente vía secretina. Por todo esto y, con el fin de presentar y analizar la digestibilidad de los nutrientes de la manera más correcta, se analizaron las cantidades ingeridas y aparentemente absorbidas de los diferentes nutrientes como g/kg peso vivo y día y, según el nivel de proteína y grasa (Tabla 4). Se determinó primeramente, de acuerdo con TERNOUTH y colaboradores (1974, 1975), que las cantidades absorbidas dependían de las ingeridas, mejorando la concentración proteica la digestibilidad, aspecto indicado anteriormente por HENNING (1982) para el ternero, lo que hacía que las cantidades absorbidas respecto de las ingeridas, fueran mayores.

UTILIZACION METABOLICA DE NUTRIENTES

Utilización de la proteína

Como se indica en la bibliografía, para poder estimar los requerimientos proteicos de un animal en crecimiento, es preciso conocer la eficiencia con la que la ingesta de nitrógeno o proteína digestible se utiliza para la retención (WALKER y COOK, 1967; BLACK y col., 1973; BERSCHAUER y col., 1983). BERSCHAUER y colaboradores (1983) estiman esta eficiencia a partir de la relación que se establece según modelo lineal o cuadrático entre las cantidades de nitrógeno retenido frente a las de absorbido. Para los ensayos que aquí se indican, esta eficiencia se incrementaba conforme disminuía el nivel proteico del alimento (Tabla 5). La tasa y la eficiencia con la que el nitrógeno ingerido puede ser retenido, depende tanto de la cantidad que de este elemento existe en la dieta como de la disponibilidad energética. Por todo esto, a un nivel dado de ingesta de nitrógeno, conforme aumenta la cantidad de energía disponible, más nitrógeno se retiene.

Cuando la energía de origen no proteico se limita, la proteína de la dieta puede llegar a utilizarse con fines energéticos y en consecuencia la utilización de la proteína para la retención proteica disminuye. Lo que acabamos de decir equivale a indicar que la proteína de una dieta se utiliza de manera máxima para la síntesis proteica, sólo cuando esté disponible una cantidad suficiente de energía para ello en forma no proteica, habiéndose observado este fenómeno en animales en crecimiento, tanto en corderos (BLACK y GRIFFITHS, 1975) como en cerdos

(FULLER y CROFTS, 1977). La mayor eficiencia aquí estimada para las dietas con menor concentración proteica, puede deberse como indica BERSCHAUER y colaboradores (1983) a la relativamente mayor disponibilidad de energía de origen no proteico, lo que quiere decir que los lactorreemplazantes con menor concentración proteica son capaces frente a los demás, de lograr una misma retención de nitrógeno a partir de una menor ingesta del mismo, siempre que exista energía metabolizable para ello. Estas consideraciones creemos que muestran claramente la relación que existe entre el metabolismo proteico y energético y como las necesidades energéticas para la retención de proteína dependen de la dieta en cuestión, aspecto que normalmente se olvida en los estudios de estimación de requerimientos (BLACK y col., 1973; BLACK y GRIFFITHS, 1975; BERSCHAUER y col., 1983).

En relación con el efecto de la cantidad de grasa de los lactorreemplazantes utilizados, debemos indicar que junto a la opinión de algunos autores de que los sustitutivos lácteos deben diseñarse con cantidades menores y mayores respectivamente, de proteína y grasa que las de las leches maternas correspondientes con el fin de asegurar mediante la adecuada disponibilidad energética una óptima utilización proteica (STOBO y col., 1979; HENNING, 1982), también se señala el que lo dicho parece no ser siempre cierto, manifestando ya ROY y colaboradores (1970), que en el ternero, el incluir en sus sustitutivos lácteos cantidades de grasa superiores al 20%, no logra una mejor utilización proteica, sino una mayor retención de grasa.

En este sentido, las eficiencias obtenidas en estos ensayos según nivel de proteína y grasa (Tabla 5), muestran que para el nivel más alto de proteína, la inclusión de cantidades crecientes de grasa, determina eficiencias de utilización de la ingesta de nitrógeno digestible para su retención, superiores. Lo mismo sucede prácticamente, para las dietas con nivel medio si consideramos el paso del nivel bajo o medio al de mayor concentración de grasa. Con el nivel más bajo de proteína no se detecta el efecto indicado, mostrando ser un caso en el que el factor limitante de la utilización proteica podría haber sido la ingesta de nitrógeno digestible.

En relación con las necesidades nitrogenadas, a partir de las relaciones indicadas entre nitrógeno ingerido y retenido, pueden estimarse en el supuesto de retención nula, los requerimientos para el mantenimiento, estimándose para los tres niveles proteicos aquí ensayadas, unas necesidades de mantenimiento de: 466, 515 y 554 mg/kg^{0,75} y día (Tabla 5). Finalmente y considerando que el incremento de peso durante el crecimiento queda constituido fundamentalmente por la proteína y agua depositada, es lógico pensar que bajo ingestas de dietas no carentes en proteína, debe existir una estrecha relación entre dicho incremento y la proteína o nitrógeno digestible ingerido. En nuestros ensayos, estas relaciones se establecieron según modelo lineal, resultando significativas menos para el caso de considerar el nivel más bajo de proteína independientemente del de grasa, lo que nos hace indicar que las dietas con el nivel proteico más bajo parecieron no proporcionar la cantidad de este nutriente necesaria para un adecuado crecimien-

to. Para los mismos casos en que hemos estimado las necesidades de mantenimiento, se han calculado las correspondientes para el crecimiento como ingesta de nitrógeno digestible por g de incremento de peso (Tabla 5). Sin tener en cuenta los valores deducidos a partir de relaciones no significativas, puede observarse como los valores correspondientes al nivel medio proteico junto al bajo, medio o alto de grasa, resultaron muy similares y, como para el nivel de proteína más alto los correspondientes requerimientos disminuían conforme aumentaba el nivel de grasa, resultados indicativos de la distinta composición que del incremento de peso se consigue, tendente a un mayor engrasamiento conforme aumenta la concentración de grasa

Como resumen de la información obtenida del análisis de la utilización del nitrógeno digestible, podemos concluir que, la eficiencia de utilización de este nitrógeno para la retención, depende esencialmente del nivel proteico del alimento y, que la energía en forma de grasa repercute positivamente sobre dicha utilización. Al mismo tiempo, la concentración proteica más baja utilizada, pareció originar, probablemente, dietas carentes en dicho nutriente.

UTILIZACION DE LA ENERGIA

Analizados primeramente los valores medios de las ingestas de energía metabolizable, energía retenida, producción de calor y cantidades de energía depositada como proteína y grasa (Tabla 6), se obtuvo que todos estos valores aumentaban con el nivel proteico del alimento, hecho en nuestra opinión debido a que con mayor nivel de proteína se conseguían mayores ingestas. Esto hacía que incluso los porcentajes de energía retenida como grasa, resultaran mayores bajo ingestas de los lactorreemplazantes con los niveles más altos de proteína. Con la grasa se conseguían también un incremento de los valores que analizamos, sobre todo al pasar del nivel bajo al medio. Para este valor medio, las cantidades de ingesta, retención, producción de calor y depósito de grasa, fueron las mayores, por ser bajo el que se consiguieron las mayores ingestas.

De acuerdo con el llamado método factorial y, por medio de las relaciones que se establecen entre ingesta y retención energética, hemos estimado primeramente, las eficiencias de uso de la ingesta energética para la retención, valores que aumentaban según el nivel proteico de los sustitutivos (Tabla 7). Bajo el supuesto de retención nula, las ingestas correspondientes nos estiman los costos del mantenimiento, costos que se hacían menores con el incremento del nivel de proteína (Tabla 7), lo que parece confirmar lo indicado por WEBSTER (1981) de que los animales más magros, pueden presentar unas necesidades de mantenimiento más altas. De la misma manera y por medio de la relación que se establece entre ingesta energética y crecimiento conseguido, se estiman los costos energéticos de dicho crecimiento (Tabla 7), valores que resultaron máximos para el caso de ingesta de los sustitutivos con el nivel más alto de proteína, por ser el que lograba mayores engrasamientos de acuerdo también, con las mayores ingestas.

Según lo indicado sobre el uso de la energía metabolizable ingerida, puede concluirse que el nivel proteico del alimento es el factor de composición nutritiva que más determina dicha utilización. De ella parecen depender las cantidades de energía total retenida así como los valores de las eficiencias de utilización de la ingesta para la retención, necesidades de mantenimiento y crecimiento.

COMPOSICION CORPORAL

Respecto de la composición del peso vivo vacío, existe la opinión de que en el animal prerrumante, esta composición queda determinada más por el propio peso que por el régimen nutritivo, hecho en opinión de WALKER (1986) debido a la baja ingesta voluntaria que este tipo de animales presentan, lo que origina que incluso *ad libitum*, no quede un exceso energético que pueda ser depositado como grasa. Sin embargo, recientemente se ha demostrado que en el cabrito a partir de una cierta edad, su composición corporal pasa a depender esencialmente, de la cantidad y calidad del alimento consumido (LARA, 1991). En nuestro caso, los valores alcanzados por los pesos vivos vacíos, quedaban determinados por la concentración proteica del alimento, independientemente del nivel de grasa. Según los resultados recogidos en la Tabla 8 y, fijándonos en los valores de los pesos vivos vacíos y de la composición de los mismos para cada uno de los niveles de proteína independientemente del de grasa, puede observarse como los valores de los pesos vivos vacíos son los que parecen determinar la composición de los mismos. Sin embargo, al observar lo que sucede dieta por dieta, se desprende cómo la cantidad de grasa queda determinada por el nivel de proteína y el de grasa del sustitutivo, haciendo que para la concentración proteica más baja, pesos iguales presenten concentraciones de grasa diferentes, sucediendo lo mismo para la concentración media de proteína junto a la baja y media de grasa. Estos resultados nos hacen concluir en relación con los valores de los pesos vivos vacíos alcanzados y sobre la composición de los mismos, que junto con ser el nivel de proteína el factor más determinante de la cuantía de los pesos finales, el que la composición de estos pesos dependía de la cantidad y calidad del sustitutivo consumido.

La composición tisular de la canal se estimó según la de la pieza pierna, por resultar ésta, un buen estimador de la misma en estos animales (LARA, 1991). Centrándonos por su interés en la cantidad de grasa separada (Tabla 9), se observa como ésta queda determinada primeramente por el nivel proteico, pero dependiendo al mismo tiempo de la concentración de grasa. Los valores máximos obtenidos para esta grasa disecada, llegaron a ser de: 11,6 y 11,3%, para los animales alimentados con los lactorreemplazantes con el nivel alto de proteína junto al alto y medio de grasa, respectivamente.

El efecto de la concentración proteica del alimento sobre el estado de engrasamiento, puede a nuestro juicio, quedar determinado por dos motivos diferentes. Primeramente, como consecuencia de la repercusión que dicha concentración proteica tenía sobre la cantidad de ingesta y, en segundo lugar, a causa de

que la mayor cantidad que bajo ingestas de las dietas con concentraciones proteicas más altas, puede originarse de las llamadas proteínas transportadoras de los triglicéridos desde la sangre hasta los lugares de su posible depósito (KRIS-ETHERTON y ETHERTON, 1982). Igualmente, el que respecto al nivel graso, los mayores engrasamientos se consigan junto a sus valores más altos, lográndose los máximos junto a la mayor concentración proteica, creemos vuelve nuevamente a mostrar el efecto del nivel de ingesta.

ESTIMACION DEL PORCENTAJE DE PROTEINA Y GRASA A INCLUIR EN UN LACTORREEMPLAZANTE PARA CAPRINOS

Como aspecto práctico de mayor interés y tratando de contestar con ello de manera concreta y específica a una de las preguntas primeramente formuladas, tratamos finalmente, de estimar la composición que en cuanto a la concentración de proteína y grasa debería presentar un sustitutivo para caprinos con el fin de obtener un determinado crecimiento y estado de engrasamiento, aspectos determinantes de la cantidad y calidad del crecimiento conseguido. El crecimiento sería representado por su tasa/día, parámetro que según los resultados obtenidos, apareció dependiendo de la concentración proteica. El valor elegido para representar el estado de engrasamiento, fue el del porcentaje de grasa separada por disección, valor que se mostró sensible tanto a la concentración de proteína como de grasa del alimento. Sería necesario por tanto, lograr una relación en la que la tasa de crecimiento apareciera como variable dependiente de la concentración proteica y otra que mostrara cómo el porcentaje de grasa dependía de la concentración de proteína y grasa del sustitutivo. Para obtener estas relaciones, los valores considerados fueron todos los disponibles de estos ensayos menos los correspondientes al empleo más bajo de proteína por haberse deducido al respecto, el que dicho nivel podría haber originado dietas carentes de ese nutriente. Estudiadas las relaciones indicadas, éstas se establecieron según el mejor ajuste encontrado, del modo siguiente:

$$TC = 0,146464 (\pm 0,006525) P^2 \quad (1)$$

$$(r = 0,979; \text{DER} = 20,217)$$

TC: Tasa de crecimiento como g/día

P: Porcentaje de proteína del lactorreemplazante

$$E = 0,363635 (\pm 0,016408) P + 0,001818 (\pm 0,000634) G^2 \quad (2)$$

$$(r = 0,999; \text{DER} = 0,572)$$

E: Engrasamiento como %

G: Porcentaje de grasa del lactorreemplazante

La tasa de crecimiento y engrasamiento considerados a lograr, fueron de: 120 g/día y un 12%. Al sustituir en la ecuación (1) el valor indicado de la tasa de crecimiento se deducía un $P=28,62$, valor que junto a la sustitución del de engrasamiento deseado en la ecuación (2), hacía obtener para G un valor igual a 29,60.

BIBLIOGRAFIA

- BERSCHAUER, F., CLOSE, W.H. y STEPHENS, D.B. 1983. Br. J. Nutr. 49: 271-283.
- BLACK, J.L., PEARCE, G.R. y TRIBE, D.E. 1973. Br. J. Nutr. 30: 45-59.
- BLACK, J.L. y GRIFFITHS, D.A. 1975. Br. J. Nutr. 33: 399-413.
- FULLER, M.F. y CROFTS, R.M.J. 1977. Br. J. Nutr. 38: 479-488.
- HENNING, W.P. 1982. S. Afr. J. An. Sci. 12: 15-20.
- KRIS-ETHERTON, P.M. y ETHERTON, T.D. 1982. J. Anim. Sci. 55: 804-817.
- LARA, L. 1991. Factores nutritivos y metabólicos que determinan el crecimiento y desarrollo del ganado caprino y ovino prerrumiante. Lactancia artificial. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- RADCLIFFE, J.D. y WEBSTER, A.J. 1978. Br. J. Nutr. 39: 482-492.
- RADCLIFFE, J.D. y WEBSTER, A.J. 1979. Br. J. Nutr. 41: 111-124.
- ROY, J.H.B., STOBO, I.J.F., GASTON, H.J. y GREATORREX, J.C. 1970. Br. J. Nutr. 24: 441-457.
- TERNOUTH, J.H., ROY, J.H.B. y SIDDONS, R.C. 1974. Br. J. Nutr. 31: 13-26.
- TERNOUTH, J.H., ROY, J.H.B., THOMPSON, S.Y., TOOTHILL, J., GILLIES, C.M. y EDWARDS, J.D. 1975. Br. J. Nutr. 33: 181-196.
- WALKER, D.M. 1986. Proc. Nutr. Soc. 45: 81-89.
- WALKER, D.M. y COOK, L.J. 1967. Br. J. Nutr. 21: 237-256.
- WEBSTER, A.J.F. 1981. Proc. Nutr. Soc. 40: 121-128.
- WEBSTER, A.J.F. 1986. Proc. Nutr. Soc. 45: 48-53.

Tabla 1
Composición nutritiva de los lactorreemplazantes utilizados. Porcentaje en materia seca*

Nive proteico	Nivel graso	Materia seca	Materia orgánica	Proteína bruta	Grasa	Hidratos de carbono#	Minerales	Calor de combustión (kJ/g)
1	1	18,75	92,90	18,71	19,68	54,51	7,10	21,39
1	2	18,13	92,63	19,31	23,83	49,49	7,37	22,30
1	3	17,42	92,33	20,09	28,47	43,84	7,67	23,26
2	1	19,10	92,45	22,32	19,42	50,71	7,55	21,23
2	2	18,08	92,15	23,19	24,78	44,18	7,85	22,46
2	3	17,37	91,84	24,12	29,42	38,30	8,16	23,41
3	1	18,95	92,53	26,21	19,84	46,48	7,47	22,05
3	2	18,61	92,24	27,24	23,86	41,14	7,76	23,20
3	3	18,13	91,91	28,38	29,60	33,93	8,09	23,98

*: Resultados análisis dietas líquidas

#: Valores obtenidos por diferencia

Tabla 2

Tasas de crecimiento (TC, g/día) e índices de transformación del alimentos (IT, kg materia seca/kg incremento de peso), según nivel de proteína y grasa del lactorreemplazante

Nivel proteico	Nivel graso	TC	IT
1	1	70,0±4,7	1,69±0,09
1	2	66,5±2,1	1,91±0,05
1	3	70,7±7,5	1,30±0,10
2	1	83,7±8,6	1,40±0,07
2	2	90,5±5,3	1,64±0,06
2	3	89,8±9,4	1,30±0,05
3	1	102,4±6,9	1,51±0,05
3	2	114,8±6,2	1,33±0,06
3	3	100,6±5,7	1,58±0,05

Tabla 3

Ingestas medias de energía metabolizable (EM) y proteína digestible (PD) según nivel de proteína y grasa del lactorreemplazante

Nivel proteico	Nivel graso	EM (kJ/kg ^{0.75} día)	PD (g/kg ^{0.75} día)
1	1	663±18	6,81±0,19
1	2	691±24	7,13±0,19
1	3	726±17	7,50±0,25
2	1	754±45	8,69±0,43
2	2	785±26	9,44±0,33
2	3	756±39	10,63±0,32
3	1	810±30	11,44±0,43
3	2	920±47	12,38±0,42
3	3	848±18	11,38±0,35

Tabla 4

Nutrientes ingeridos y aparentemente absorbidos (g/kg peso vivo), según nivel de proteína y grasa del lactorreemplazante

	P1G1	P1G2	P1G3	P2G1	P2G2	P2G3	P3G1	P3G2	P3G3
Materia seca ingerida	28,32±1,04	29,29±0,64	30,15±1,26	29,25±1,47	30,05±1,57	28,69 ± 1,28	30,83 ± 1,04	31,57 ± 1,24	28,69 ± 0,94
Materia seca absorbida	24,85 ± 0,91	25,16 ± 0,44	25,19 ± 0,79	25,88 ± 1,20	26,44 ± 1,38	25,00 ± 1,05	27,05 ± 1,52	28,76 ± 1,02	25,07 ± 0,78
Materia orgánica ingerida	26,31 ± 0,96	27,14 ± 0,60	27,84 ± 1,04	27,04 ± 1,36	27,69 ± 1,45	26,35 ± 1,18	28,53 ± 0,96	29,13 ± 1,14	26,37 ± 0,86
Materia orgánica absorbida	23,39 ± 0,84	23,58 ± 0,41	23,51 ± 0,74	24,16 ± 1,13	24,61 ± 1,29	22,92 ± 0,94	25,58 ± 1,14	26,74 ± 0,95	23,24 ± 0,72
Proteína ingerida	5,30 ± 0,19	5,66 ± 0,12	6,05 ± 0,22	6,53 ± 0,33	6,97 ± 0,36	6,92 ± 0,31	8,08 ± 0,27	8,60 ± 0,34	8,14 ± 0,26
Proteína absorbida	4,50 ± 0,16	4,79 ± 0,08	5,06 ± 0,17	5,64 ± 0,28	6,09 ± 0,34	6,07 ± 0,26	7,27 ± 0,25	7,83 ± 0,28	7,16 ± 0,27
Grasa ingerida	5,57 ± 0,20	6,98 ± 0,15	8,58 ± 0,32	5,68 ± 0,29	7,45 ± 0,40	8,44 ± 0,38	6,12 ± 0,21	7,54 ± 0,30	8,49 ± 0,28
Grasa absorbida	4,32 ± 0,16	5,31 ± 0,19	6,36 ± 0,21	4,65 ± 0,21	6,23 ± 0,32	7,07 ± 0,30	5,42 ± 0,18	6,85 ± 0,23	7,25 ± 0,23
Hidratos carbono ingeridos	15,44 ± 0,57	14,50 ± 0,32	13,48 ± 0,55	14,83 ± 0,75	13,28 ± 0,69	10,99 ± 0,49	14,33 ± 0,48	12,91 ± 0,52	9,74 ± 0,32
Hidratos carbono absorbidos	14,53 ± 0,54	13,41 ± 0,26	12,26 ± 0,54	13,88 ± 0,67	12,29 ± 0,64	9,96 ± 0,43	13,30 ± 0,46	11,97 ± 0,46	8,76 ± 0,29

P1,2,3: Niveles 1, 2 y 3 de proteínas

G1,2,3: Niveles 1, 2 y 3 de grasa

Tabla 5
 Eficiencias de utilización del nitrógeno absorbido para la retención y valores de requerimientos para mantenimiento y crecimiento, según nivel de proteína y grasa del lactorreemplazante

Nivel proteico	Nivel grasa	Eficiencia	Necesidades mantenimiento (m g/kg ^{0,75} día)	Necesidades crecimiento (mg/g Δ peso)
1	1+2+3	1,116 \pm 0,076	466 \pm 76	43,6 \pm 14,3
2	1+2+3	0,849 \pm 0,053	515 \pm 87	30,5 \pm 4,2
3	1+2+3	0,693 \pm 0,063	554 \pm 161	43,6 \pm 6,1
1	1	1,416 \pm 0,160	663 \pm 120	28,7 \pm 14,4
1	2	0,995 \pm 0,156	463 \pm 174	29,2 \pm 10,1
1	3	1,073 \pm 0,114	544 \pm 126	53,2 \pm 33,3
2	1	0,790 \pm 0,092	459 \pm 159	28,8 \pm 7,9
2	2	0,775 \pm 0,088	457 \pm 163	31,5 \pm 5,9
2	3	1,068 \pm 0,083	666 \pm 109	30,5 \pm 9,4
3	1	0,613 \pm 0,064	359 \pm 178	57,4 \pm 16,6
3	2	0,707 \pm 0,081	501 \pm 209	41,2 \pm 9,1
3	3	0,774 \pm 0,183	544 \pm 211	34,7 \pm 7,8

Tabla 6.

Ingestas de energía metabolizable (IEM, kJ/kg^{0,75}.día) y cantidades de energía retenida (ER, kJ/kg^{0,75}.día), producción de calor (PC, kJ/kg^{0,75}.día) y energía retenida como proteína (ERp, kJ/kg^{0,75}.día y %) y energía retenida como grasa (ERg, kJ/kg^{0,75}.día y %), según nivel de proteína y grasa del factorreemplazante

	P1G1	P1G2	P1G3	P2G1	P2G2	P2G3	P3G1	P3G2	P3G3
IEM	663 ± 18	691 ± 24	726 ± 17	754 ± 45	785 ± 26	756 ± 39	810 ± 30	920 ± 47	848 ± 18
ER	145 ± 3	154 ± 15	183 ± 3	181 ± 18	216 ± 20	197 ± 17	224 ± 23	270 ± 17	252 ± 19
PC	518 ± 17	536 ± 16	542 ± 19	573 ± 28	569 ± 19	559 ± 13	586 ± 23	650 ± 31	596 ± 10
ERp	71 ± 2	68 ± 2	84 ± 6	86 ± 6	94 ± 6	89 ± 9	88 ± 5	102 ± 7	97 ± 2
ERg	74 ± 2	86 ± 13	99 ± 5	95 ± 15	122 ± 17	108 ± 9	136 ± 18	168 ± 16	155 ± 18
ERp (%)	49,1 ± 0,9	45,3 ± 3,4	45,6 ± 3,0	48,6 ± 3,9	44,0 ± 3,1	45,0 ± 1,7	39,8 ± 1,7	38,0 ± 2,7	39,2 ± 3,1
ERg (%)	50,9 ± 0,9	54,7 ± 4,6	54,4 ± 3,9	46,4 ± 2,6	56,0 ± 3,1	55,0 ± 1,6	60,2 ± 1,8	62,0 ± 2,7	60,8 ± 3,1

P1,2,3: Niveles 1, 2 y 3 de proteína

G1,2,3: Niveles 1, 2 y 3 de grasa

Tabla 7
Eficiencias de utilización de la ingesta energética para la retención y necesidades de energía metabolizable para mantenimiento y crecimiento, según nivel proteína y grasa del lactorreemplazante

Nivel proteico	Nivel grasa	Eficiencia	Necesidades mantenimiento (m g/kg ^{0,75} día)	Necesidades crecimiento (mg/g Δ peso)
1	1+2+3	0,415 \pm 0,017	403 \pm 18	14,05 \pm 1,6
2	1+2+3	0,436 \pm 0,013	387 \pm 18	15,03 \pm 1,5
3	1+2+3	0,473 \pm 0,009	387 \pm 14	20,07 \pm 1,6
1	1	0,478 \pm 0,088	381 \pm 14	17,03 \pm 1,2
1	2	0,336 \pm 0,044	345 \pm 41	18,9 \pm 1,4
1	3	0,438 \pm 0,058	401 \pm 32	10,1 \pm 2,5
2	1	0,403 \pm 0,016	317 \pm 17	13,2 \pm 2,5
2	2	0,459 \pm 0,058	414 \pm 40	14,06 \pm 2,4
2	3	0,437 \pm 0,127	329 \pm 18	16,3 \pm 1,8
3	1	0,472 \pm 0,040	379 \pm 33	25,8 \pm 2,4
3	2	0,467 \pm 0,018	365 \pm 19	21,0 \pm 1,6
3	3	0,557 \pm 0,042	421 \pm 23	19,0 \pm 1,4

Tabla 8
Valores de los pesos vivos vacíos y de su composición, según nivel de proteína y grasa del lactoreemplazante

Nivel proteico	Nivel grasa	PVV(kg)	Materia seca (g/kg pvv)	Grasa (g/kg pvv)	Proteína (g/kg pvv)	Energía (MJ/kg pvv)
1	1+2+3	6,23 ± 0,26	247,1 ± 6,2	74,2 ± 4,3	151,3 ± 1,9	6,29 ± 0,19
2	1+2+3	7,36 ± 0,41	269,8 ± 7,0	82,4 ± 4,6	153,6 ± 4,2	6,39 ± 0,20
3	1+2+3	8,27 ± 0,33	279,4 ± 5,2	100,3 ± 5,7	150,9 ± 1,8	7,30 ± 0,21
1	1	6,25 ± 0,16	253,4 ± 12,8	69,3 ± 3,6	155,1 ± 2,3	6,13 ± 0,20
1	2	6,26 ± 0,21	245,7 ± 10,8	77,2 ± 9,6	146,3 ± 0,9	6,22 ± 0,32
1	3	6,18 ± 0,81	242,2 ± 11,0	76,1 ± 9,2	152,5 ± 4,6	6,53 ± 0,48
2	1	7,28 ± 0,97	263,5 ± 7,9	74,6 ± 7,7	155,8 ± 10,7	5,90 ± 0,49
2	2	7,20 ± 0,90	262,4 ± 3,4	81,7 ± 1,8	151,7 ± 0,7	6,69 ± 0,13
2	3	7,62 ± 0,30	283,4 ± 19,2	90,8 ± 11,1	161,5 ± 7,9	6,57 ± 0,26
3	1	8,11 ± 0,72	272,0 ± 10,7	97,1 ± 9,9	145,9 ± 0,9	7,02 ± 0,43
3	2	8,37 ± 0,54	288,3 ± 4,8	108,5 ± 6,7	153,2 ± 3,8	7,60 ± 0,17
3	3	8,33 ± 0,61	277,9 ± 11,0	95,5 ± 13,5	153,6 ± 2,9	7,27 ± 0,45

Tabla 9

Composición tisular de la pieza pierna, según nivel de proteína y grasa del lactorreemplazante

Nivel proteico	Nivel graso	Músculo (%)	Hueso (%)	Grasa (%)
1	1+2+3	65,9 ± 0,2	23,5 ± 0,1	8,5 ± 0,2
2	1+2+3	64,7 ± 0,2	23,6 ± 0,2	9,6 ± 0,2
3	1+2+3	64,5 ± 0,2	22,5 ± 0,2	10,9 ± 0,3
1	1	66,2 ± 0,1	23,7 ± 0,1	8,0 ± 0,1
1	2	66,1 ± 0,6	23,6 ± 0,3	8,3 ± 0,3
1	3	65,4 ± 0,2	23,2 ± 0,3	9,3 ± 0,2
2	1	65,5 ± 0,2	23,7 ± 0,3	8,7 ± 0,3
2	2	63,9 ± 0,2	24,0 ± 0,4	10,1 ± 0,2
2	3	64,8 ± 0,2	23,2 ± 0,3	10,0 ± 0,2
3	1	65,2 ± 0,2	22,9 ± 0,3	9,8 ± 0,4
3	2	64,4 ± 0,4	22,2 ± 0,3	11,3 ± 0,2
3	3	63,9 ± 0,3	22,5 ± 0,1	11,6 ± 0,3

FISIOLOGIA ANIMAL

ESTIMACION DEL FLUJO DUODENAL DE PROTEINA MICROBIANA A PARTIR DE LA EXCRECION URINARIA DE DERIVADOS DE LAS PURINAS

Guada, J.A. y Balcells, J.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.
Universidad de Zaragoza Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza.

INTRODUCCION

En los rumiantes la proteína microbiana sintetizada en el rumen constituye el principal aporte de aminoácidos al intestino delgado, estimándose que con la mayoría de las dietas convencionales alrededor de un 70-90% de los aminoácidos presentes en el duodeno son de origen microbiano (Van Soest, 1983).

A pesar de su importancia, la producción microbiana del rumen es cuantificada con escasa fiabilidad, debido a la imprecisión de los métodos de estimación derivada del uso de marcadores microbianos y de flujo digestivo. Además, la necesidad de utilizar animales intervenidos quirúrgicamente impide obtener rangos de ingestión suficientemente representativos de las situaciones normales de alimentación, especialmente con dietas de baja calidad. El elevado error de estimación inherente a esta metodología dificulta la interpretación de las numerosas observaciones realizadas y crea una notable incertidumbre a la hora de cuantificar el aporte de proteína microbiana y, en definitiva, el estado de nutrición proteica del animal.

La riqueza en ácidos nucleicos microbianos del flujo duodenal y las características del metabolismo de las bases púricas en los mamíferos, que son catabolizadas a compuestos de excreción urinaria, tales como la alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina, ha llevado a plantear la posibilidad de estimar el flujo microbiano al duodeno a partir de la excreción de tales derivados en la orina. Después de que Blaxter y Martín (1962) observaran que la excreción de alantoína respondía a la infusión en el rumen de caseína pero no a su infusión en abomaso, Elliott y Topps (1963) sugirieron, por primera vez, la utilidad de los derivados púricos urinarios como indicadores de la síntesis microbiana, al encontrar que existía una

estrecha relación entre la concentración de ácidos nucleicos en el rumen y la excreción de alantoína y ácido úrico en la orina.

Sin embargo, la falta de información sobre algunos aspectos esenciales del metabolismo de las purinas, tales como la cuantificación de la fracción urinaria endógena (Rys et al. 1975) y la posible incorporación tisular de las purinas exógenas (Condon et al. 1970), limitaron el desarrollo de este método de estimación. Actualmente, gran parte de estas dificultades han sido superadas, mediante diferentes técnicas experimentales (Chen et al. 1990a; Balcells et al. 1990), y el interés por la utilidad de los derivados púricos urinarios ha crecido notablemente.

A continuación se revisan los avances logrados en el intento de desarrollar una relación definitiva entre el flujo microbiano al duodeno y la excreción urinaria de derivados púricos, poniendo especial énfasis en aquellos aspectos que, a pesar de constituir requisitos básicos para el establecimiento de esta relación, son todavía objeto de un conocimiento incompleto.

DEGRADACION RUMINAL DE LOS ACIDOS NUCLEICOS DE LA DIETA

En los alimentos comunmente utilizados por los rumiantes entre un 1 y un 25% del N total se encuentra en forma de ácidos nucleicos (Smith y McAllan, 1970; McAllan, 1982), lo que supone un aporte de bases púricas de 1 a 50 mmol/kg MS, si tenemos en cuenta que los ácidos nucleicos contienen un 15% de N y 1,1 mmol/g de bases púricas. Esta es una cantidad importante comparada con la excreción urinaria de sus derivados metabólicos que, normalmente, en la especie ovina oscila entre los 10-15 mmol/d. Sin embargo, es poco probable que la excreción de derivados púricos tenga alguna relación con la presencia de ácidos nucleicos en la dieta, dada la rapidez con que los extractos purificados de RNA y DNA son degradados en el líquido ruminal, al ser incubados tanto "in vitro", como "in vivo" (McAllan y Smith, 1973a).

Dada la protección que ofrecen las estructuras de la célula vegetal, es de esperar que la velocidad de degradación de los ácidos nucleicos de la dieta sea menor que la de los extractos purificados. Sin embargo, incubando "in vitro" muestras de heno, McAllan y Smith (1973a) observaron una liberación bastante rápida de los ácidos nucleicos y el acumulo, a las pocas horas de incubación, de apreciables cantidades de bases y otros residuos de la degradación. A pesar de ello, no se puede excluir totalmente el riesgo de una degradación ruminal incompleta, especialmente en alimentos de baja degradabilidad (Buttery, 1977). Probablemente, en la mayoría de las dietas, esta posibilidad tendría una mínima repercusión sobre el flujo duodenal de ácidos nucleicos, habida cuenta de la elevada degradabilidad de los ingredientes más comunmente utilizados, pero la verosimilitud de este supuesto no ha sido comprobada.

No obstante, existen otras observaciones indirectas que sugieren, también, el origen esencialmente microbiano de los ácidos nucleicos del rumen. Por ejemplo, las observaciones de Smith y McAllan (1970) sobre la composición del líquido ruminal a las 4 horas de la ingestión de diferentes dietas, muestran la existen-

cia en éste de una proporción constante de ácidos nucleicos en relación al contenido total en N no amoniacal y una similar relación ARN:ADN con la de la masa microbiana del rumen. Estas observaciones corroboran la rápida degradación de los ácidos nucleicos liberados en el fluido ruminal, pero es más probable que la fracción protegida de la degradación se encuentre formando parte de la partículas del contenido ruminal.

Los nucleósidos, bases y otros derivados resultantes de la degradación de los ácidos nucleicos son, también, susceptibles de ulterior degradación en el rumen (McAllan y Smith, 1973b), aunque más lentamente, por lo menos en condiciones de incubación "in vitro", en las que se ha observado su acumulo en el medio. Sin embargo, esta mayor resistencia a la degradación, particularmente importante en el caso de la xantina y la hipoxantina, no impidió su desaparición completa del rumen en solo 4 horas y a un ritmo superior al de salida de la fase líquida del flujo digestivo, cuando los ácidos nucleicos se incubaron "in vivo" (McAllan y Smith, 1973a). Ello sugiere, bien la posibilidad de su absorción a través de la pared ruminal o más probablemente la existencia de una mayor actividad microbiana en la incubaciones "in vivo" que "in vitro". Chen et al. (1990c) no pudieron encontrar respuestas en la excreción urinaria a la infusión masiva de alantoína en el rumen de corderos alimentados tanto intragástricamente como normalmente.

No existen en la actualidad trabajos en los que se haya estudiado específicamente la absorción duodenal de nucleósidos y bases resistentes a la degradación ruminal. Sin embargo, los estudios de McAllan (1980) sobre metabolismo y absorción de los ácidos nucleicos en el intestino delgado, revelan la ausencia de diferencias aparentes entre derivados de origen microbiano o dietético. Aun así, no parece arriesgado asumir que, en la mayoría de las circunstancias, los ácidos nucleicos microbianos, constituyen el aporte fundamental de purinas absorbibles en el duodeno. La generalización de esta conclusión requiere, no obstante, un mayor conocimiento del destino de los ácidos nucleicos en alimentos de diferente resistencia a la degradación ruminal.

EXCRECION ENDOGENA DE DERIVADOS PURICOS URINARIOS

Es sabido que los ácidos nucleicos microbianos son eficazmente digeridos (Barnard, 1969; McAllan, 1980) y absorbidos en el intestino delgado (Storm et al. 1983; Chen et al. 1990b) y que las bases púricas resultantes de su hidrólisis son catabolizadas hasta su transformación en alantoína y sus precursores para, finalmente, ser excretados en la orina, como se ilustra en el esquema de la figura 1. Sin embargo, la posibilidad de establecer una relación constante entre la excreción urinaria y el aporte de bases púricas al duodeno se ha visto dificultada por el hecho de que parte de las purinas excretadas proceden directamente de la renovación tisular de los ácidos nucleicos.

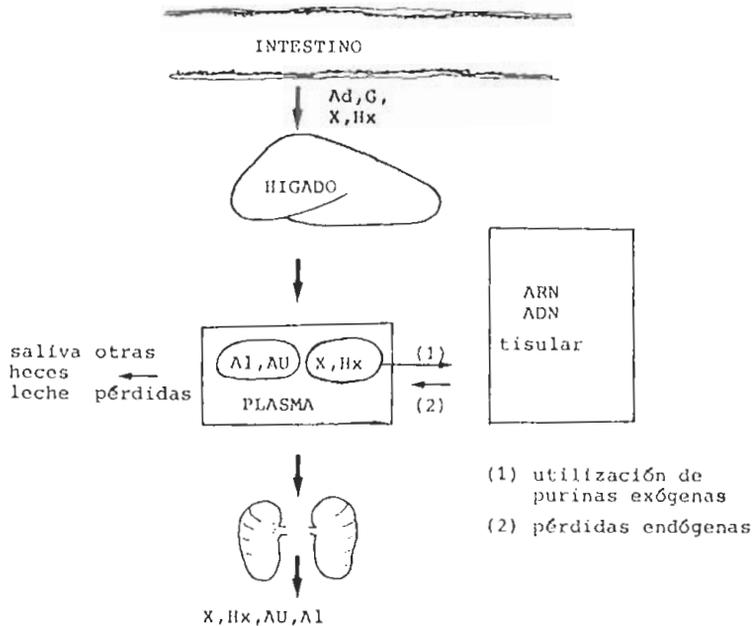


Figura 1. Modelo esquemático propuesto para describir las relación entre la absorción duodenal de purinas y su excreción urinaria. (X=xantina, Hx=hipoxantina, Au=ácido úrico, Al=alantoína, Ad=adenina, G=Guanina

Es difícil distinguir el origen endógeno o exógeno de los derivados de las purinas excretados en la orina. Dada esta dificultad, suele definirse como pérdidas endógenas a la excreción urinaria mínima en condiciones de absorción nula de purinas. Sin embargo, no es fácil conseguir, en los rumiantes, un flujo digestivo exento de bases púricas y mantener simultáneamente la actividad funcional del rumen. Por ello, se ha recurrido, como método más frecuente de determinación, al empleo de animales pre-rumiantes o al ayuno prolongado, suponiendo que el aporte de purinas con la leche es despreciable y que la inhibición de los procesos fermentativos impediría la presencia de purinas microbianas en el duodeno. Estos procedimientos han proporcionado, sin embargo, resultados muy variables, como se puede observar en la tabla 1, probablemente debido a la presencia de ácidos nucleicos en la leche y a la dificultad de evitar en su totalidad las fermentaciones ruminales (Antoniewicz, 1983).

Tabla 1
Excreción endógena de catabolitos urinarios de las purinas (mg/kg PV^{0,75})

Especie	Tratamiento	A1 (1)	A.U. (2)	X (3)	HX (4)	Total (5)	Referencia
Ovino	Dietas lácteas	27,2	-	-	-	-	Walker y Faichney (1964)
Ovino	Dietas lácteas	39,40	-	-	-	-	Walker (1967)
Ovino	Ayuno	25,4	-	-	-	-	Walker (1967)
Ovino	Dietas lácteas	21,5	-	-	-	-	Antoniewicz (1983)
Ovino	Infus. intragas.	25,7	-	-	-	-	Sibanda y col. (1982)
Ovino	Infus. intragas.	27,7	-	-	4,1	31,8	Giesecke y col. (1984)
Ovino	Infus. intragas.	-	-	-	-	26	Fujihara y col.(1987)
Ovino	Infus. intragas.	14,6	8,8	3,2	-	26,6	Chen et at. (1990a)
Ovino	Infus.intragas.	13,9	12,2	2,3	-	28,4	Lindberg y Jacobson(1990)
Ovino	Infus. duodenal	11,5	9,9	6,9	1,2	29,5	Balcells et at. (1991)
Caprino	Diet.lac.-N Limit	19,2	3,6	-	6,3	29,1	Lindberg (1989)
Vacuno	Dietas lácteas	77,9	-	-	-	-	Srnith (1975)
Vacuno	Limit. nutritiva	97,4	-	-	-	-	Blaxter y Wood (1951)
Vacuno	Infus. intragas.	85,7	-	-	-	-	Sibanda y col. (1982)
Vacuno	Infus. intragas.	-	-	-	-	72	Fujihara y col. (1987)
Vacuno	Infus. intragas.	66,6	15,5	-	-	82,1	Chen et at. (1990a)

(1) Alantoína, (2) Ac. úrico, (3) Xantina, (4) Hipoxantina, (5) Total derivados púricos

El desarrollo de la técnica de alimentación intragástrica que permite inhibir completamente la fermentación ruminal, sustituyéndola por la infusión de ácidos grasos volátiles en el rumen (Orskov et al. 1979), ha permitido, por primera vez, determinar la excreción endógena de alantoína (Sibanda et al. 1982) y los restantes derivados púricos (Fujihara et al. 1987), sin el riesgo de interferencias por precursores exógenos. Sin embargo, la ausencia de funcionalidad ruminal, implícita en dicha técnica, podría afectar al reciclado de derivados púricos a través de la saliva (Laurent y Vignon, 1983; Chen et al. 1990c) e, incluso, al intercambio a través de la pared ruminal. Este inconveniente pudo ser obviado por Balcells et al.

(1991), determinando las pérdidas endógenas, en ovejas con cánula de re-entrada y alimentadas normalmente, mediante el drenaje total del flujo duodenal y su sustitución por una solución nutritiva exenta de purinas. En la figura 2 se ilustra la evolución que experimentó la excreción diaria de los diferentes derivados púricos durante los períodos de supresión y adición de purinas al duodeno y muestra que, en ambos casos, la respuesta se debió exclusivamente a las variaciones en la excreción de alantoína. La excreción de los restantes derivados, tanto expresada en términos absolutos como en relación a la creatinina, se mantuvo constante durante ambos períodos.

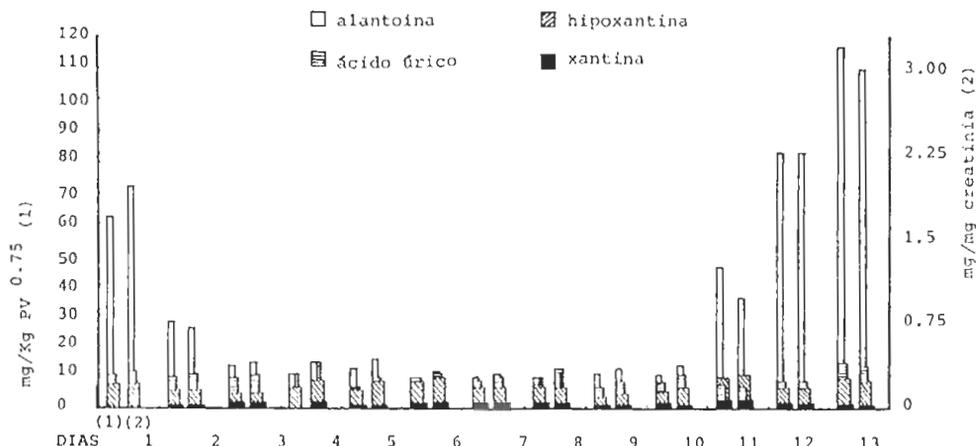


Fig. 2.- Evolución de la excreción de los derivados metabólicos de las bases púricas, expresados en valores absolutos (1) (mg/Kg p^{0.75}) o en relación a la creatinina (2) (mg/mg) durante la sustitución del quimo duodenal por una solución artificial, libre de purinas (días 1 al 8) o suplementada con ARN (días 9 at 13).

La similitud entre los valores obtenidos en nuestro laboratorio y los observados en condiciones de alimentación intragástrica (tabla I) no resulta sorprendente si se tiene en cuenta la elevada actividad degradativa que parecen mantener la flora adherida a la pared del rumen, incluso en ausencia de actividad fermentativa, como sugieren los resultados de Chen et al. (1990c) que muestran una rápida desaparición de la alantoína comparada con el PEG, cuando ambos fueron infundidos en el rumen de corderos alimentados intragástricamente.

Las pérdidas endógenas no parecen diferir entre el ganado ovino y el caprino, pero las observaciones con ganado vacuno han proporcionado consistentemente valores superiores (tabla I), lo que indica la existencia de diferencias en el ciclo de renovación tisular de los ácidos nucleicos. En éste juega un importante papel el enzima xantin-oxidasa que, catalizando la oxidación irreversible de xantina e hipoxantina a ácido úrico, impide su reutilización en la síntesis de nuevos nucleótidos. Al-Khalidi y Chaglassian (1965) han observado, en numerosos tejidos, que la actividad xantinoxidasa es muy superior en el ganado vacuno que en

el ovino, lo que justificaría la menor disponibilidad de derivados púricos reutilizables (xantina e hipoxantina) en esta especie, como confirman las observaciones de Chen et. al. (1990) y Balcells et al. (1992) sobre la ausencia de xantina e hipoxantina en el plasma del vacuno y la mayor concentración de ácido úrico y alantoína en la circulación portal y general del ganado vacuno que en la del ovino. Esta mejor conservación de los catabolitos reutilizables, por la especie ovina, no sólo contribuye a reducir la excreción endógena en esta especie, sino que también le permite cubrir estas pérdidas a partir de las bases exógenas.

Por otra parte, es conocido que variaciones en el "status" proteico del animal, relacionadas con la fase fisiológica y el aporte de proteína, repercuten en la magnitud del "pool" celular de ácidos nucleicos y también en su tasa de renovación, dada la estrecha relación entre éstos y la síntesis proteica. Consecuentemente es razonable esperar que las pérdidas endógenas de derivados de las bases púricas varíen entre estados fisiológicos, así como con el nivel de ingestión energética o proteica. Aunque no abunda la información al respecto, existen algunos resultados, obtenidos en condiciones de alimentación intragástrica (Giesecke et al. 1984) o con corderos lactantes (Lindberg, 1989), que señalan un ligero efecto del nivel de ingestión sobre las pérdidas endógenas, así como también una ligera variación de éstas con el cambio acumulativo del balance de N (Fujihara et al. 1988). Sin embargo, observaciones más recientes, también con corderos alimentados intragástricamente, revelan que la excreción endógena de purinas no se ve alterada por importantes variaciones en la ingestión de energía y proteína (Fujihara et al. 1987; Lindberg y Jacobsson, 1990).

Por lo que se refiere al estado fisiológico, aunque apenas se dispone de información, se considera factible que procesos asociados con la gestación y la lactación, como el rápido crecimiento del tejido fetal y mamario y la regresión uterina durante el puerperio, puedan ejercer una importante influencia sobre la magnitud de estas pérdidas (Laurent y Vignon, 1983). Sin embargo, en un reciente experimento con cerdas gestantes y vacías, alimentadas con una dieta libre de purinas durante todo el periodo de la gestación, no se han podido detectar diferencias entre estados fisiológicos en la excreción urinaria de derivados púricos (Martin, S., datos sin publicar).

RECUPERACION URINARIA DE LAS PURINAS ABSORBIDAS

Se han realizado diversos intentos para cuantificar la relación entre la excreción de derivados púricos y el aporte duodenal de purinas, recurriendo para ello a la administración post-ruminal de ácidos nucleicos en forma de RNA de levadura (Antoniewicz et al. 1980; Giesecke et al. 1984) o de preparados microbianos (Ellis y Bleichner 1969; Sibanda et al. 1982; Fujihara et al. 1987). Los resultados obtenidos son muy variables y revelan que, en términos equimolares, entre un 26 y un 100 % de las bases infundidas son recuperadas en la orina en forma de alantoína y otros derivados púricos.

La variación en las tasas de recuperación pudiera reflejar diferencias metodológicas entre laboratorios pero, en todo caso, la repetida observación de bajos valores sugiere, bien la existencia de vías alternativas de excreción o bien la retención de las bases absorbidas en los ácidos nucleicos tisulares. Esta última posibilidad es factible en la especie ovina, dada la disponibilidad de derivados púricos reutilizables, como se ha señalado anteriormente. Además, ello se ha demostrado fehacientemente al comprobar la incorporación tisular de adenina marcada con ^{14}C , en respuesta a la administración por infusión abomasal (Condon et al. 1970) o ruminal (Smith et al. 1974; Razzaque et al. 1981) de RNA o preparados bacterianos marcados. Es de resaltar que la tasa de incorporación tisular fue variable, oscilando entre el 25 y el 46%, coincidiendo con la variabilidad observada en las tasas de recuperación urinaria y en consonancia con lo esperado, si se acepta que las bases son utilizadas para cubrir unas necesidades relativamente constantes y que su relación con los aportes varía con las condiciones experimentales. Es obvio que el reemplazamiento de las pérdidas endógenas (3,3 mmol/d para una oveja de 45 kg) constituye una necesidad relativamente importante, comparada con las pérdidas urinarias de purinas en una oveja normalmente alimentada (10-15 mmol/d), y que su envergadura es suficiente como para hacer variar, de forma notable, la tasa de recuperación, en función del nivel de purinas administrado en los distintos experimentos (1,4-44 mmol/d).

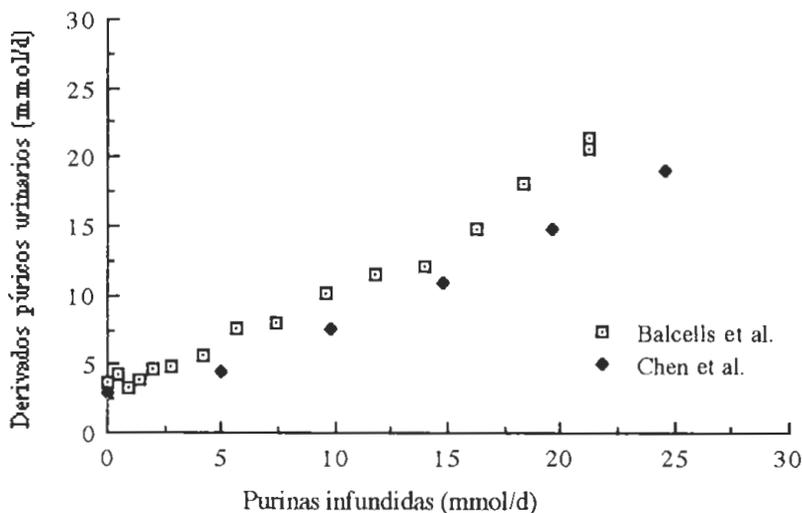


Fig. 3.- Excreción urinaria de catabolitos de las purinas en relación a su absorción duodenal, en corderos alimentados intragástricamente (Chen et al. 1990b) y por sustitución del quimo duodenal (Balcells et al. 1991)

Recientemente, Chen et al. (1990b), con corderos alimentados intragástricamente, y Balcells et al. (1991), con ovejas alimentadas normalmente pero cuyo flujo duodenal era drenado y reinfundido en dosis crecientes, han desarrollado modelos experimentales de respuesta al aporte de purinas que toman en consideración las anteriores observaciones. En ambos experimentos, se infundieron cantidades crecientes de ácidos nucleicos, bien en forma de un preparado microbiano (Chen et al. 1990b) o mediante la infusión del propio fluido duodenal enriquecido con RNA para alcanzar las dosis más elevadas (Balcells et al. 1991), y se estudió la respuesta de los diferentes derivados púricos urinarios. En la figura 3 se comparan los valores medios obtenidos en ambos experimentos que resultan sensiblemente similares, a pesar de las diferentes técnicas experimentales utilizadas. No obstante, Balcells et al. (1991) observaron que la respuesta era debida, exclusivamente, a la excreción de alantoína, permaneciendo constante la excreción de xantina, hipoxantina y ácido úrico, mientras que Chen et al. (1990b) detectaron ligeros incrementos también en estos catabolitos, aunque la respuesta fue mayoritariamente debida al aumento en la excreción de alantoína. Es de notar la ausencia de respuesta en los niveles de aporte más bajos, lo que motivó la necesidad de recurrir a un modelo compuesto para describir la respuesta, bien incluyendo un componente exponencial para explicar el retraso en ésta (Chen et al. 1990) o bien, más simplemente, describiendo este retraso mediante un modelo lineal de dos rectas con un punto de intersección (Balcells et al. 1991). En la figura 4 se ilustra este último modelo ajustado a los valores individuales de alantoína, dado que fue el único componente de excreción variable.

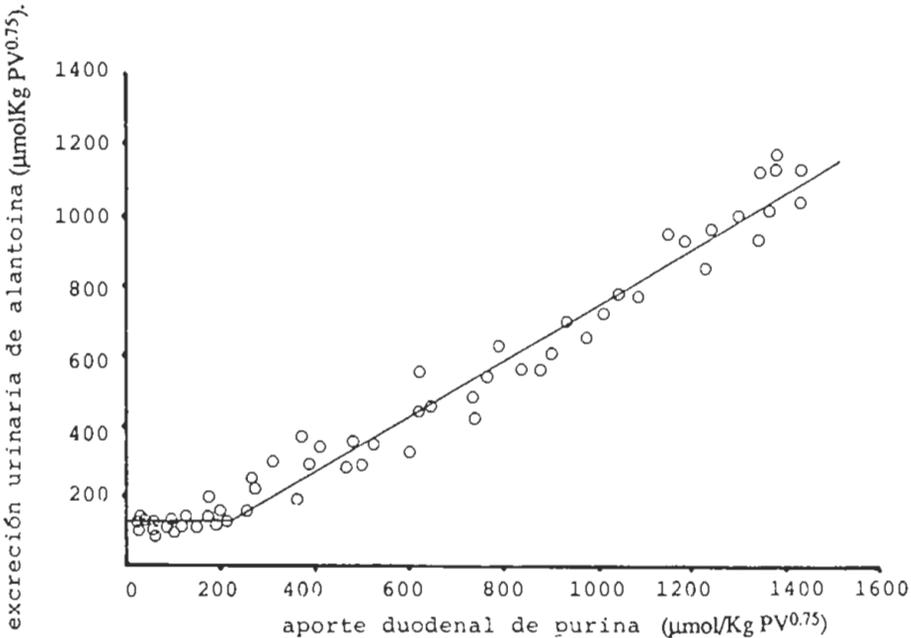


Figura 4. Respuesta de la excreción urinaria de alantoína ($\mu\text{mol/KgPV}^{0.75}$) al aporte duodenal de purinas microbianas suplementadas con RNA ($\mu\text{mol/KgPV}^{0.75}$). ($x_s=220 \mu\text{mol}$; $x>x_s y = 0.8015x - 437$; $x<x_s y = 132 \mu\text{mol}$)

La falta de respuesta a los primeros niveles de infusión y la similitud de las pérdidas endógenas con los valores de excreción en este rango de aportes, sugiere que las bases púricas absorbidas fueron utilizadas para remplazar las pérdidas endógenas. Una vez superadas estas necesidades, lo que exigió el aporte de $220 \mu\text{mol/kgPV}^{0.75}$ (3,5 mmol/d), el exceso de bases fue recuperado proporcionalmente en la orina. Este modelo de respuesta corrobora las observaciones previas acerca de la incorporación tisular de las purinas exógenas (Condon et al. 1970; Razzaque et al. 1981) y permite explicar la variabilidad observada en las tasas absolutas de recuperación, como se ha puesto de manifiesto anteriormente.

El aporte de bases púricas que se precisa para cubrir las pérdidas endógenas es sensiblemente inferior al flujo duodenal de las mismas en un animal en condiciones de mantenimiento ($500 \mu\text{mol/kg PV}^{0.75}$), lo que implica que, en la mayoría de las circunstancias, sería posible estimar el aporte duodenal de purinas a partir de la excreción urinaria, si se asume una tasa marginal de recuperación constante.

En este experimento, la tasa marginal de recuperación, es decir la aparición en orina de las purinas aportadas en exceso de las necesidades, fue de 0,8 y similar al valor de 0,84 observado por Chen et al. (1990b) para las purinas absorbidas, si se tiene presente que la digestibilidad de los ácidos nucleicos en el intestino es del 91,3% (Chen et al. 1990b). La consistencia de estos valores indica que, probablemente, entre un 10 y un 15% de las purinas absorbidas se pierden a través de otras rutas alternativas. Se ha sugerido que la secreción de derivados púricos en la saliva y su posterior degradación en el rumen podría constituir una de estas vías alternativas, dada la presencia de alantoína en saliva (Chen et al. 1990c). Sin embargo, el análisis cromatográfico (HPLC) de numerosas muestras de saliva, tomadas a través de fístula esofágica, ha revelado un contenido en derivados púricos tan bajo ($8,7 \mu\text{mol/l}$) que podría considerarse despreciable a estos efectos (Surra, J. datos sin publicar). Queda por resolver si la secreción de derivados púricos al tracto digestivo, como ocurre con el ácido úrico en la especie porcina (Simmons et al. 1983), podría explicar su incompleta recuperación urinaria y, en tal caso, si estas pérdidas constituyen una proporción constante con independencia de las variaciones en la actividad fermentativa del tracto digestivo post-ruminal.

Por último, la generalización del anterior modelo requiere previamente su verificación en las distintas condiciones fisiológicas en las que se puede prever un aumento de la magnitud y actividad del "pool" tisular de ácidos nucleicos. Sin embargo, es probable que la repercusión de estas variaciones sobre las pérdidas endógenas sea irrelevante, a tenor de la concordancia existente entre los valores de excreción endógena obtenidos con pre-rumiantes y adultos (tabla 1) y de las recientes observaciones con cerdas gestantes, comentadas anteriormente. Por el contrario, cálculos teóricos permiten estimar que un incremento en el "pool" tisular de ácidos nucleicos elevaría de forma apreciable la incorporación tisular de purinas exógenas, impidiendo su recuperación en la orina. Es de suponer que esta mayor demanda de purinas exógenas afectaría fundamentalmente al umbral de

respuesta, sin invalidar la validez del modelo ni alterar la tasa marginal de recuperación de las purinas en exceso. Además, en estas condiciones, es muy probable que el nuevo umbral de respuesta fuese superado holgadamente por el mayor flujo microbiano que determina un nivel de ingestión más elevado.

CONCLUSION

Se ha logrado modelizar experimentalmente la respuesta de los derivados púricos urinarios al aporte duodenal de ácidos nucleicos, disponiéndose de modelos concordantes entre sí, tanto en lo referente a los principios fisiológicos subyacentes como en su capacidad productiva

Estos modelos explican congruentemente las diversas observaciones experimentales disponibles y aunque su validez necesita ser contrastada en distintas condiciones fisiológicas y nutritivas, no se aprecian, por el momento, razones convincentes para cuestionar su validez. No obstante, existen algunos aspectos dignos de especial atención, cuyo conocimiento actual es incompleto, a pesar de su importancia para la verificación del modelo, particularmente los relativos a la degradación ruminal de los ácidos nucleicos de la dieta y la constancia de la tasa de recuperación urinaria

El desarrollo definitivo de un método de las características descritas constituye una valiosa herramienta de trabajo, de particular interés en estudios de pastoreo y sistemas de producción, ya que permite ampliar, al animal intacto y en libertad, un campo de estudio que, hasta ahora, estaba restringido al animal confinado e intervenido quirúrgicamente. Incluso, el inconveniente que supone tener que proceder a la recolección total de orina, podría ser fácilmente superado, en vista de la constancia que presenta la relación alantoína/creatinina en muestras puntuales de orina (Surra et al. 1991; Chen et al. 1992).

REFERENCIAS

AL-KHALIDI, U.A.S. Y CHAGLIASSIAN, T.H. (1965). The species distribution of xanthine oxidase. *Biochemical Journal*, 97, 318-320.

ANTONIEWICZ, A.M. (1983). Allantoin in urine as indicator of rumen development in lambs. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, T10, 181-190.

ANTONIEWICZ, A.M., HEINEMANN, W.W. Y HANKS, E.M. (1980). The effect of changes in the intestinal flow of nucleic acids on allantoin excretion in the urine of sheep. *Journal of Agricultural Sciences, Cambridge*, 95, 395-400.

BALCELLS, J., GUADA, J.A., CASTRILLO, C. Y GASA, J. (1991). Urinary excretion of allantoin and allantoin precursors by sheep after different rates of purine infusion into the duodenum. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 116, 309-317.

BALCELLS, J., PARKER, D.S. Y SEAL, C.J. (1992). Purine metabolite concentrations in portal and peripheral blood of steers, sheep and rats. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 101B, 633-636.

- BARNARD, E.A. (1969). Biological functions of pancreatic ribonuclease. *Nature, London*, 221, 340-344.
- BLAXTER, K.L. Y MARTIN, A.K. (1962). The utilization of proteinasa a source of energy in fattening sheep. *British Journal of Nutrition*, 16, 397-407
- BLAXTER, K.L. Y WOOD, W.A. (1951). The nutrition of the young ayshire calf. 3. The metabolism of the calf during stimation and subsequent realimentation. *British Journal of Nutrition*, 5, 29-55.
- BUTTERY, P.J. (1977). Aspects of the biochemistry of rumen fermentation and their implication in ruminant productivity. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. pp. 8-24. Ed. W. Haresign, and D. Lewis. Butterworth Inc. London.
- CONDON, R.J., HALL, G. Y HATFIELD, E.E. (1970). Metabolism of abomasally infused ¹⁴C labelled ribonucleic acid, adenine, mrcail and glycine. *Journal of Animal Science*, 31, 1037-1038.
- CHEN, X.B., HOWELL, D.D.EB Y ORSKOV, E.R. (1990c). Excretion of purine derivatives by ruminants: recycling of allantoin into the rumen via saliva and its fate in the gut. *British Journal of Nutrition*, 63, 197-205.
- CHEN, X. B., ORSKOV, E. R. Y HOWELL, D. DEB. (1990c). Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. *British Journal of Nutrition*, 63, 121-129.
- CHEN, X.B., HOWELL, D. DEB., ORSKOV, E.R. Y BROWN, D.S. (1990b). Excretion of purine derivatives by ruminants: effect of exogenous nucleic acid supply on purine derivative excretion by sheep. *British Journal of Nutrition*, 63, 131-142.
- CHEN, X.B., GRUBIC, G., ORSKOV, E.R. Y OSUJI, P. (1992). Effect of feeding frequency on diurnal variation in plasma urinary purine derivatives in steers. *Animal Production*, 55, 185-191.
- ELLIOTT, R.C. Y TOPPS, J.H. (1963). Nitrogen metabolism of African cattle fed diets with an adequate energy, low-protein content. *Nature, London*, 197, 668-670.
- ELLIS, W. C. Y BLEICHNER, K. C. (1969). Apparent utilization of absorbed purines by sheep. *Journal of Animal Science*, 29, 157 (abstract).
- FUJIHARA, T., ORSKOV, E. R., REEDS, P. J. Y KYLE, D. J. (1987). The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 109, 7-12.
- FUJIHARA, T., CHEN, X. B., ORSKOV, E. R. Y HOVELL, D. DEB. (1988). The possible use of purine derivatives in urine to estimate rumen microbial protein production. *5th International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition*. pp.17-18. Ed. W. Braver. EAAP Publ n° 35.
- GIESECKE, D., STANGASSINGER, M. Y TIEMEYER, W. (1984). Nucleic acid digestion and urinary purine metabolites in sheep nourished by intragastric infusions. *Canadian Journal of Animal Science*, 64, 144-145.
- LAURENT, F. Y VIGNON, B. (1983). Factors of variation in urinary excretion of alantoin in sheep and goats. *Archiv für Tierernährung*, 33, 671-681.

LINDBERG, J.E. (1989). Nitrogen metabolism and urinary excretion of purine in goat kids. *British Journal of Nutrition*, 61, 309-321.

LINDBERG, J.E. Y JACOBSSON, K.G. (1990). Nitrogen and purine metabolism at varying energy and protein supplies in sheep sustained on intragastric infusion. *British Journal of Nutrition*, 64, 359-370.

MCALLAN, A.B. (1980). The degradation of nucleic acids in, and the removal of breakdown products from the small intestine of steers. *British Journal of Nutrition*, 44, 99-112

MCALLAN, A. B. (1982). The fate of nucleic acids in ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 41, 309-317.

MCALLAN, A. B. Y SMITH, R. H. (1973a). Degradation of nucleic acids in the rumen. *British Journal of Nutrition*, 29, 33 1-345.

MCALLAN, A. B. Y SMITH, R. H. (1973b). Degradation of nucleic acid derivatives by rumen bacteria *in vitro*. *British Journal of Nutrition*, 29, 467-474.

ORSKOV, E. R., GRUBB, D. A., WENHAM, G. Y CORRIGAT, W. (1979). The sustenance of growing and fattening ruminants by intragastric infusion of volatile fatty acids and protein. *British Journal of Nutrition*, 41, 533-557.

RAZZAQUE, M.A., TOPPS, J.M. Y KAY, R.N. (1981). Metabolism of the nucleic acids of rumen bacteria by preruminant and ruminant lambs. *British Journal of Nutrition*, 45, 517-527.

RYS, R., ANTONIEWICZ, A. Y MACIEJEWICZ, J. (1975). Allantoin in urine as an index of microbial protein in the rumen. En: *Tracer Studies on Non-Protein Nitrogen in Ruminants, Vol. 2*, pp. 95-98. IAEA. Viena

SIBANDA, S., TOPPS, J. H., STORM E. Y ØRSKOV, E. R. (1982). The excretion of allantoin by ruminants in relation to protein entering the abomasum. *Proceedings of the Nutrition Society*, 41, 75A.

SIMMONS, H. A., RISING, T. J., CADEHEAD, A. HATFIELD, P. J., JONES, A. S. Y CAMERON, J. S. (1983). Radioisotope studies of purine metabolism during administration of guanine and allopurinol in the pig. *Biochemical Pharmacology*, 55, 2553-2563.

SMITH, R. H. (1975). Nitrogen metabolism in the rumen and the composition and nutritive value of nitrogen compounds entering the duodenum. En: *Digestion and Metabolism in the ruminant*. pp.399-415. Ed. I.W. McDonald y A.C.I. Warner. New England Univ. Publishing Unit, Armidale, Australia

SMITH, R. H. Y MCALLAN, A. B. (1970). Nucleic acid metabolism in the ruminant. 2. Formation of microbial nucleic acids in the rumen in relation to the digestion of food nitrogen, and the fate of dietary nucleic acids. *British Journal of Nutrition*, 24, 545-556.

SMITH, R.C., MOWSA, N.M. Y HAWKINS, G.E. (1974). Utilization of the nucleic acids of *Scherichia coli* and rumen bacteria by sheep. *British Journal of Nutrition*, 32, 529-537.

STORM, E., BROWN, D. S. Y ORSKOV, E. R. (1983). The nutritive value of rumen micro-organism in ruminants. 3. The digestion of microbial amino and

nucleic acids in, and losses of endogenous nitrogen from, the small intestine of sheep. *British Journal of Nutrition*, 50, 479-485.

SURRA, J., GUADA, J. A., BATCELLS, J. Y MORENO, C. (1991). Variaciones circadianas de la concentración urinaria de derivados púricos en el ganado ovino. *I.T.E.A.* Vol. Extra nº 11 (1), 199-201.

VAN SOEST, P. J. (1983). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & Books, Inc. Corvallis. Oregón. USA

WALKER, D. M. (1967). Nitrogen balance studies with the milk-fed lamb. 6. Effect of and realimentation. *British Journal of Nutrition*, 21, 289-308.

WALKER, D. M. Y FAICHNEY, G.J. (1964). Nitrogen balance studies with the milk-fed lamb. 2. The partition of urinary nitrogen and sulphur. *British Journal of Nutrition*, 18, 201-207.

EL REFLEJO DE LAS FERMENTACIONES RUMINALES EN LA EXCRECIÓN RENAL DE UREA, DERIVADOS PURICOS Y ACIDO BENZOICO

R Peláez, F.J. Giráldez y E. Zorita
Dpto. de Producción Animal. Universidad de León. 24071.
León (España).

En un trabajo anterior (Zorita y Giráldez, 1991), con ocasión del primer seminario de los grupos de trabajo españoles sobre "Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña", celebrado en León, se hizo referencia a las principales razones de naturaleza fisiológica y bioquímica que incitan a explorar la hipótesis de que pueden existir variaciones en los perfiles de excreción urinaria que reflejen los cambios en el balance nutritivo del animal.

Evidentemente, la gran cámara de fermentación continua que representan los preestómagos y la flora simbiótica que en ellos actúa constituyen una interfase que modifica radicalmente las relaciones del organismo con los alimentos ingeridos.

Es por ello que los sistemas modernos de alimentación de rumiantes (ARC, 1980, 1984; INRA, 1988; NRC, 1985) contemplan simultáneamente y en el mismo plano los requerimientos del organismo del hospedador y las necesidades de los microorganismos, ya que aportes dietéticos limitantes para el crecimiento microbiano pueden incidir de forma negativa en la utilización digestiva de los alimentos (Orskov, 1982; McAllan and Smith, 1983; Smith, 1989).

En todos los sistemas intensivos y en general en las condiciones de alimentación controlada que posibilita la estabulación, se pueden conocer, con bastante exactitud, tanto la composición química de la dieta como la estructura física de los alimentos que la integran. Ello hace factible predecir, dentro de ciertos límites, la intensidad y sentido de las fermentaciones ruminales y, en consecuencia, la naturaleza y cuantía de los principios digeridos y de los nutrientes absorbidos.

En sistemas de producción extensivos la dificultad en la valoración nutritiva de los recursos alimenticios hace necesario el desarrollo de métodos que permi-

tan obtener información sobre el balance nutritivo del animal y sobre la actividad ruminal. En este sentido, bases bioquímicas y fisiológicas apoyan la existencia de relaciones entre la excreción en orina de ciertos catabolitos y la ingestión de energía y nitrógeno (Zorita *et al.*, 1986a,b), el flujo de proteína microbiana al duodeno (Antoniewicz *et al.*, 1980, 1981; Lindberg, 1985, 1990; Balcells, 1990; Chen *et al.*, 1990b), la ingestión y absorción de compuestos fenólicos (Martin, 1982a,b,c; Lowry and Sumpter, 1988), etc. Todo ello hace pensar que variaciones en la fermentación ruminal, consecuencia de variaciones dietéticas en los aportes de energía y nitrógeno, tendrían su reflejo en el perfil de excreción urinario.

En este segundo seminario, se incide en este aspecto, aportando datos experimentales propios.

RELACIONES ENTRE LA EXCRECION DE UREA Y LA INGESTION DE NITROGENO.

El organismo posee una muy limitada capacidad para retener los aminoácidos libres, de forma que aquellos que no pueden ser incorporados a la síntesis de proteínas experimentan procesos de transaminación y desaminación que finalmente dan lugar a cetoácidos y amoníaco (Krebs, 1976; Stryer, 1981; Newsholme and Leech, 1986). Por otra parte, en las especies rumiantes, una importante cantidad de amoníaco se puede absorber directamente desde el tracto digestivo, puesto que la flora tiene una considerable capacidad para producir amoníaco, tanto a partir de las proteínas como de los compuestos nitrogenados no proteicos de la dieta (Orskov, 1982; Oldham and Lindsay, 1983). No obstante, se ha especulado que un exceso de proteína degradable en el rumen podría reducir la actividad proteolítica bacteriana merced a un mecanismo fed-back (Brandt *et al.*, 1981).

Tanto si se trata de amoníaco procedente de los procesos de desaminación oxidativa de los aminoácidos, como en el caso del amoníaco absorbido por vía portal del tracto digestivo, el mecanismo esencial de detoxicación y eliminación en los rumiantes, y en todas las especies ureotélicas, es la conversión en urea mediante el ciclo establecido por Krebs y Henseleit como el primer ciclo metabólico conocido. La urea así sintetizada en el hígado pasa a la circulación general y es eliminada por la orina o reciclada por diversas vías al tracto digestivo (Noian and Stachiw, 1979; Kennedy and Milligan, 1980; Wallace and Cotta, 1988).

Desde esta perspectiva, por tanto, se puede considerar que la excreción de urea está básicamente condicionada por la ingestión de nitrógeno. Ahora bien, tanto la cantidad de urea sintetizada por unidad de proteína bruta ingerida, como la proporción de la urea sintetizada que es eliminada en la orina, y, en consecuencia, la relación entre la ingestión de proteína y la excreción de urea depende de numerosos factores.

Mientras parámetros como el valor biológico de las proteínas, el grado de deplección de las reservas corporales, el estado fisiológico del animal, etc, puede incidir sobre la síntesis de urea (Munro, 1964; Das, 1971; Kofranyi, 1972; Lindsay, 1976; Boorman, 1980; Campbell, 1988; Simon, 1989), la intensidad del reciclado

de la urea hacia el tracto gastrointestinal, especialmente hacia el rumen, condiciona en gran medida la tasa de excreción urinaria de urea (Coccimano and Leng, 1967; Oldham and Lindsay, 1983).

Tabla 1
Excreción de urea (mg/kg PV^{0.75}/día) para diferentes niveles de ingestión de PDR (g/kg PV^{0.75}/día) y de EM (MJ/kg PV^{0.75}/día).

	EM				
	0,19	0,28	0,35	0,41	0,49
PDR					
1,37	340	290	87	19	14
1,79	501	377	168	138	17
2,29	856	634	555	397	222
2,84	896	732	740	566	420
3,41	1088	929	1101	887	884

El reciclado de urea es especialmente acusado en aquellas situaciones en las que el aporte de nitrógeno es claramente limitante para el crecimiento microbiano, minimizándose de esta forma las pérdidas de nitrógeno en orina. En la tabla 1 puede observarse la relación entre la ingestión de PDR y la excreción de urea con diferentes niveles de ingestión de energía (Giráldez, 1992). Como claramente se pone de manifiesto, para una misma ingestión de PDR la excreción de urea es menor cuanto mayor es la ingestión de energía. No obstante, en este experimento, debido a que los diferentes niveles de ingestión de energía se lograron variando el consumo de materia seca, parte de la reducción en la excreción renal de urea está relacionada con un mayor flujo de las formas difusibles de nitrógeno hacia el intestino grueso. Este nitrógeno queda retenido, en gran parte, en forma de proteína microbiana y es eliminado con las heces (Oskov *et al.*, 1970; Hoover, 1978; Mason, 1984).

Como puede apreciarse en la figura 1, el incremento en la ingestión de materia seca da lugar a un aumento en las pérdidas fecales de nitrógeno de origen endógeno (NMF), siguiendo las pérdidas urinarias (NEU) una evolución opuesta (Giráldez, 1992). En consecuencia, las pérdidas totales permanecen prácticamente constantes, corroborándose la hipótesis de que las vías urinaria y fecal constituyen rutas alternativas para la excreción de las formas difusibles de nitrógeno.

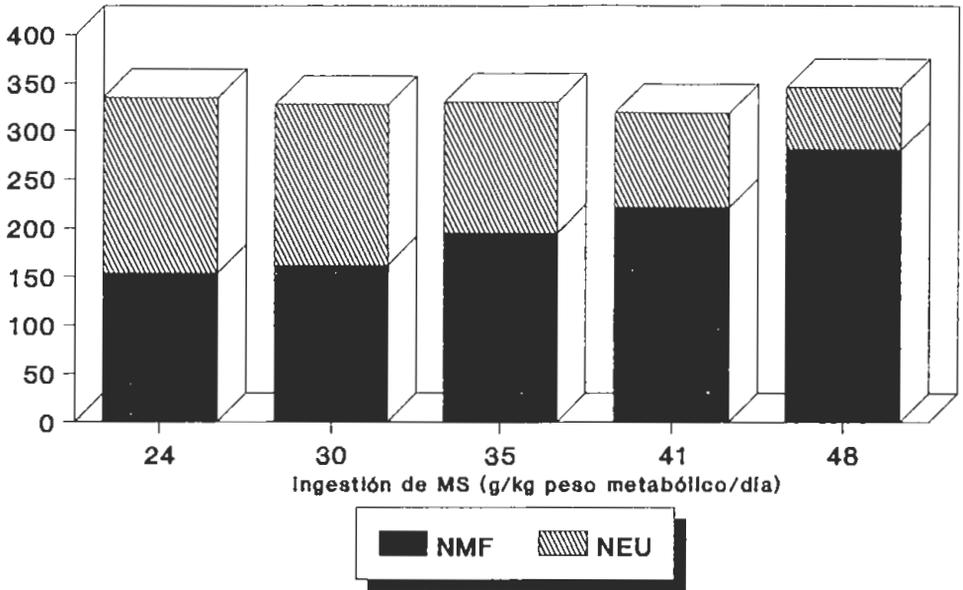


Fig. 1: Pérdidas de nitrógeno de origen endógeno (mg N/peso metabólico/día)

LA EXCRECIÓN URINARIA DE DERIVADOS PURICOS: RELACION CON EL FLUJO DE PROTEÍNA MICROBIANA AL DUODENO.

En las especies rumiantes la práctica totalidad de los ácidos nucleicos que alcanzan el duodeno es de origen microbiano, puesto que los ácidos nucleicos aportados por la dieta son degradados en el rumen y sus componentes fermentados o reutilizados para la síntesis del material genético (Smith, 1975; McAllan, 1982).

Esta circunstancia, unida al hecho de que la relación entre el nitrógeno nucleico y el nitrógeno total en la masa microbiana varía dentro de estrechos márgenes, ha permitido la utilización del contenido en ácidos nucleicos o bases nitrogenadas en las muestras del contenido digestivo que abandona el rumen, para estimar el flujo de proteína microbiana al duodeno (Hume, 1976; Stern and Hoover, 1979; Schelling *et al.*, 1980).

Por otra parte, si tenemos en cuenta que el único origen de los derivados púricos que se eliminan en la orina es, o bien el catabolismo de los ácidos nucleicos de origen endógeno, o bien el de las purinas absorbidas a nivel intestinal como consecuencia de la digestión de los ácidos nucleicos de origen microbiano, parece plausible utilizar la eliminación renal de los derivados púricos para estimar el aporte de proteína microbiana al duodeno.

De hecho, los resultados obtenidos en experiencias basadas en infusiones de purinas en duodeno, bien en animales mantenidos mediante infusión intragás-

trica (Antoniewicz *et al.*, 1980; Sibanda and Topps, 1980; Chen *et al.*, 1990b), bien en animales en los que se mantiene la actividad ruminal pero se interrumpe el flujo post-abomasal (Balcells, 1990), apoyan esta hipótesis. Sin embargo, todas estas pruebas tienen el común denominador de analizar esta relación manteniendo constante la ingestión de energía, sin tener en consideración, por tanto, el efecto que la ingestión de energía puede ejercer sobre el anabolismo proteico, la hiperplasia e hipertrofia celulares y, en consecuencia, sobre la demanda tisular de purinas (Munro *et al.*, 1965; Dallman and Manies, 1973; Lindberg, 1989, 1991; Lindberg and Jacobson, 1990). En este sentido, cabe indicar que en la literatura se refleja una amplia variabilidad en cuanto a las tasas de "recuperación en la orina" de las purinas aparentemente absorbidas (Ellis and Bleichner, 1969; Balcells *et al.*, 1991), poniendo de manifiesto la necesidad de realizar estudios que permitan encontrar una explicación fisiológica a tal variabilidad.

Así por ejemplo, en relación con este aspecto, Chen *et al.* (1990a,c) observaron que entre un 9 y un 15% de los derivados púricos, normalmente eliminados en la orina, puede ser reciclado, vía saliva, hacia el rumen, donde son completamente degradados. Ruta alternativa de excreción, que evidentemente puede afectar a la tasa de recuperación en orina de las purinas aparentemente absorbidas.

Otro aspecto de gran interés, y que es objeto de cierta controversia entre los distintos investigadores (Lindberg, 1989; Chen *et al.*, 1990b; Balcells, 1990), hace referencia a la utilización alternativa de la eliminación urinaria de alantoína frente a la de purinas totales, como mejor índice de la masa microbiana digerida. De acuerdo con los resultados obtenidos por Balcells (1990), la alantoína es el único componente que responde, de forma importante, a la infusión duodenal de purinas. Giráldez. (1992), en experiencias de alimentación con dietas semipurificadas, también observó que las variaciones en la alantoína urinaria explican la práctica totalidad de las variaciones observadas en la excreción de purinas, como claramente se refleja en la figura 2. Otros autores, sin embargo, no han obtenido resultados tan claros, por lo que recomiendan el empleo del contenido total de derivados púricos en la orina en lugar de la alantoína exclusivamente, como parámetro para estimar la proteína bruta microbiana sintetizada (Giesecke *et al.*, 1984; Chen *et al.*, 1990b; Lindberg, 1991).

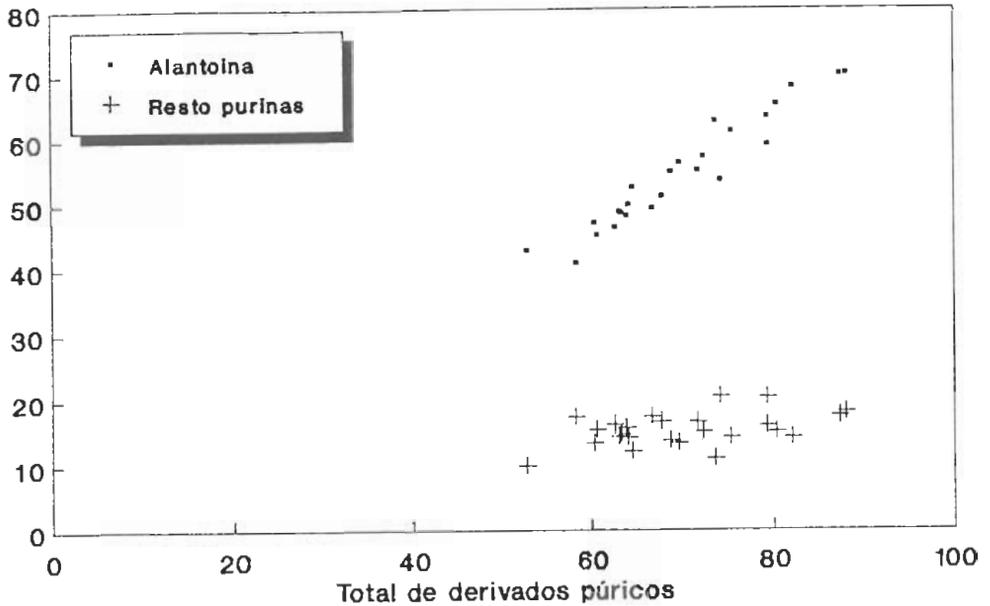


Fig. 2: Excreción de derivados púricos (mg/kg peso metabólico/día)

La excreción de ácido benzoico: relación con la ingestión y digestión de los componentes de la pared celular vegetal.

En la orina de los rumiantes se encuentra normalmente una importante cantidad de ácidos aromáticos, derivados en su mayor parte del metabolismo en el tracto digestivo y en los tejidos corporales de precursores exógenos (Martin, 1969, 1982a,b,c; Jung *et al.* 1983b).

Cuantitativamente, los principales ácidos aromáticos excretados son los ácidos benzoico y fenilacético, generalmente conjugados con la glicina, es decir, como ácidos hipúrico y fenacetúrico (Martin, 1973), apareciendo cantidades vestigiales de otros, tales como el 3-fenilpropiónico o el cinnámico (Martin, 1982a,b).

Mediante experiencias de infusión "in vivo", Martin (1982a,b,c) comprobó que la cantidad de ácido benzoico que se elimina en la orina depende estrechamente de la presencia de compuestos fenilpropanoides libres en el líquido ruminal. Por tanto, aunque son numerosos los compuestos fenólicos presentes en los alimentos de origen vegetal, se podrían considerar, inicialmente, como principales precursores del ácido benzoico aquellos que se encuentran en forma libre en el contenido celular y aquellos otros ligados a la lignina, por medio de enlaces alcalilábiles, es decir, configurando lo que Gordon y Neudoerffer (1973) definen como lignina "non core", y que, por tanto, son susceptibles de liberación y solubilización en el líquido ruminal (Jung *et al.*, 1983a; Bourquin *et al.*, 1990).

Partiendo de esta base, si la cinética de digestión ruminal de la pared celular y la de los compuestos fenólicos guardase cierto paralelismo, cabría esperar que la excreción urinaria de ácido benzoico reflejase, en cierta medida, las variaciones en la digestión de la pared celular. De hecho, Bourquin *et al.* (1990) han observado dicho paralelismo entre las cinéticas de digestión ruminal de la hemicelulosa y del ácido ferúlico. Por otra parte, Giráldez *et al.* (1991,1992) encontraron que la excreción urinaria de ácido benzoico, como se refleja en la tabla II, responde a modificaciones en la digestión de la pared celular, provocadas por desequilibrios entre la proteína degradable y la energía metabolizable de la dieta.

Tabla 2.

Variaciones en la digestibilidad de la pared celular y en la excreción de ácido benzoico - libre y conjugado - (mg/kg PV^{0.75}/día) en relación con diferentes relaciones PDR/EM en la dieta.

	PDR/EM				
	3,73	3,93	5,12	5,95	6,92
DFND (%)	39,05	42,42	42,93	45,77	51,83
Benzoico (mg/PV^{0.75}/día)	56,59	77,13	85,71	129,13	178,53

No obstante, la compleja génesis del ácido benzoico exige cierta precaución a la hora de generalizar relaciones de esta naturaleza. De hecho, de los resultados obtenidos por otros autores se derivan dudas razonables. Así, por ejemplo, Jung *et al.* (1983b) observaron que la excreción urinaria de los ácidos benzoico y 3-fenilpropiónico sólo da cuenta de una pequeña parte de la digestión aparente de los monómeros fenólicos álcali-lábiles presentes en el alimento. Estos mismos autores indican que también debe ser contemplada la posibilidad de que los monómeros fenólicos sean transformados a nivel tisular, como sugiere el hecho de que los aminoácidos aromáticos, fenilalanina y tirosina, puedan ser catabolizados a fumarato y acetato en el hígado de los mamíferos (Stryer, 1981; Jung *et al.*, 1983b).

BIBLIOGRAFIA

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (1980). *The nutrient requirements of ruminant livestock* C.A.B. London.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (1984). *The nutrient requirements of ruminant livestock* Suppl. nº 1. C.A.B. London.

ANTONIEWICZ, A.; HEINEMANN, W.W. and HANKS, E.M. (1980). The effect of changes in the intestinal flow of nucleic acids on allantoin excretion in the urine of sheep. *J. Agric. Sci., Camb.*, 95: 395-400.

ANTONIEWICZ, A.; HEINEMANN, W.W. and HANKS, E.M. (1981). Effect of level of food intake and body mass on allantoin excretion and the allantoin to creatinine ratio in the urine of sheep. *Rocz. Nauk Zoot.*, 8, 49-65.

BALCELLS, J. (1990). *La excreción urinaria de derivados de las purinas en el ganado ovino como índice del aporte de proteína microbiana al duodeno*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

BALCELLS, J.; GUADA, J.A.; CASTRILLO, C. and GASA, J. (1991). Urinary excretion of allantoin precursors by sheep after different rates of purine infusion into the duodenum. *J. Agric. Sci., Camb.*, 116, 309-317.

BOORMAN, K N. (1980). Dietary constraints on nitrogen retention. In: *Protein Deposition in Animals*. pp: 147-166. Ed: P.J. Buttery & D.B. Lindsay. Butterworths, London.

BOTTS, RL., HEMKEN, RW. and BULL, L.S. (1979). Protein reserves in the lactating dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 62, 433-440.

BOURQUIN LD.; GARLEB, K.A.; MERCHEN, N.R. and FAHEY, G.C. (1990). Effects of intake and forage level on site and extent of digestion of plant cell wall monomeric components by sheep. *J. Anim. Sci.*, 68, 2479-2495.

BRANDT, M.; ROHR, K. und LEBZIEN, P. (1981). Beiträge zur Quantifizierung der N-Umsetzungen in der Vormagen von Milchkuhen. Z. Mitt.: Einfluß eines teilweisen Einsatzes von Futterprotein durch Hamstoff sowie einer erhöhten Fütterungsfrequenz auf die mikrobielle Proteinsynthese. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde.*, 46, 49-50.

CAMPBELL, RG. (1988). Nutritional constraints to lean tissue accretion in farm animals. *Nutr. Res. Rev.*, 1, 233-253.

CHEN, X.B.; HOVELL, F.D. DEB. and ORSKOV, E.R (1990a). Excretion of purine derivatives by ruminants: recycling of allantoin into the rumen via saliva and its fate in the gut. *Br. J. Nutr.*, 63, 197-205.

CHEN, X. B.; HOVELL, F.D. DEB.; ORSKOV, E.R and BROWN, D.S. (1990b). Excretion of purine derivatives by ruminants: effect of exogenous nucleic acid supply on purine derivative excretion by sheep. *Br. J. Nutr.*, 63, 131-142.

CHEN, X.B.; KYLE, D.J.; WHYTE, C.C.; HOVELL, F.D. DEB. and ORSKOV, E.R. (1989). Uric acid and allantoin in plasma and saliva of sheep. *Proc Nutr. Soc.*, 48, 88 A.

CHEN, X. B.; ORSKOV, E.R and HOVELL, F.D. DEB. (1990c). Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion differences between cattle and sheep. *Br. J. Nutr.*, 63, 1 21-1 29.

COCIMANO, M.R and LENG, RA. (1967). Metabolism of urea in sheep. *Br. J. Nutr.*, 105, 353-370.

DALLMAN, P.R and MANIES, E.C. (1973). Protein deficiency: contrasting effects on DNA and RNA metabolism in rat liver. *J. Nutr.*, 103, 1311-1318.

DAS, T.K. (1971). Rate of adaptation of some of the urea cycle enzymes to a low-protein diet. *Proc. Nutr. Soc.*, 30, 80A.

ELLIS, W.C. and BLEICHNER, K C. (1969). Apparent utilization of absorbed purines by sheep. *J. Anim. Sci.*, 29, 157 (abstracts).

GIESECKE, D.; STANGASSINGER, M. and TIEMEYER, W. (1984). Nucleic acid digestion and urinary purine metabolites in sheep nourished by intragastric infusions. *Can. J. Anim. Sci. (Suppl.)*, 144-145.

GIRALDEZ, F.J. (1992). *La excreción de catabolitos en la orina de la oveja en relación con las variaciones dietéticas en los aportes de energía y nitrógeno* Tesis doctoral. Universidad de León.

GIRALDEZ, F.J., PELAEZ, R and ZORITA, E. (1991). Urinary hippuric acid excretion as related to changes in cell wall digestibility due to variation in degradable protein supply. B.S.A.P. occasional meeting (in press).

GIRALDEZ, F.J., PELAEZ, R, ZORITA, E. and VALDES, C. (1992). The digestibility of cell wall and its constituents as affected by the ratio degradable protein to metabolizable energy (RDPIME) in the diet of sheep. In: *43rd Annual Meeting of the EAAP*. pp: 456-457. Ed. EAAP. M.A.P.A., Madrid.

GORDON, A.J. and NEUDOERFFER, T.S. (1973). Chemical and in vitro evaluation of a brown midrib mutant of Zea mays. 1. Fibre, lignin and amino acid composition and digestibility for sheep. *J. Sci. Food Agric.*, 24, 565-570.

HOOVER, W. (1978). Digestion and absorption in the hindgut of ruminants. *J. Anim. Sci.*; 46,1789 -

HUME, I.D. (1976). Evaluation of techniques for estimating microbial protein production in the rumen. In: *From plant to animal science*. Ed: T.M. Sutherland, J.R. McWilliam and R.A. Leng. *Reviews in Rural Science*, II, 79 -84.

INRA (1978). *Alimentation des ruminants*. INRA Publ., Versailles.

JUNG, H.G., FAHEY, G.C.JR. and GARST, J.E. (1983a). Simple phenolic monomers of forages and effects of in vitro fermentation on cell wall phenolics. *J Anim. Sci.*; 57,1294 -1305.

JUNG, H.G.; FAHEY, G.C.JR and MERCHEN, N.R (1983b). Effects of ruminant digestion and metabolism on phenolic monomer of forages. *Br. J. Nutr.*; 50, 637 -681.

KENNEDY, P.M. and MILUGAN, L.P. (1980). The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: a review. *Can. J. Anim. Sci.*, 60, 205-221.

KOFRANYI E. (1972). Nitrogen balance in adults. In: *Protein and Amino Acid Functions*. pp: 1-62. Ed. E.J. Bigwood. Pergamon Press, Oxford.

KREBS, H.A. (1976). Discovery of the ornithine cycle. In: *The Urea cycle*. pp: 1-12. Ed: S. Grisolia, R Baguena and F. Mayor. John Wiley and Sons, New York, USA.

KRISTENSEN, S. (1974). Ruminant biosynthesis of aromatic acids from arylacetic acids, glucose, shikimic acid and phenol. *Br. J. Nutr.*, 31, 357-365.

LAMB, J.F.; INGRAM, C.G.; JOHNSTON, I.A. and PITMAN, R.M. (1984). *Essentials of Physiology*. 1. Human physiology. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

LAURENT, F.; BLANCHART, G. et VIGNON, B. (1983). Relations entre l'excretion urinaire d'allantoine et l'utilisation de l'azote chez la chevre laitière. In: *IV Symp. Protein Metabolism and nutrition*. pp: 175-178. Ed. M.P. Amald, R. Pion and D. Bonin. INRA Publ., Versailles.

LAURENT, F. and VIGNON, B. (1985). Factors of variations in urinary excretion of allantoin in sheep and goats. *Nutr Abst. and Rev. (Ser. B.)*, 55, abstr. n° 125.

- LEHNINGER A.L. (1978). *Biochemistry*. Worth Publishers, Inc., New York
- LINDBERG, J.E. (1985). Urinary allantoin excretion and digestible organic matter intake in dairy goats. *Swedish J. Agric. Res.*, 15, 31-37.
- LINDBERG, J.E. (1989). Nitrogen metabolism and urinary excretion of purine in goats kids. *Br. J. Nutr.*, 61, 309-321.
- LINDBERG, J.E. (1991). Nitrogen and purine metabolism in preruminant and ruminant goat kids given increasing amounts of ribonucleic acids. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 35, 213-226.
- LINDBERG, J.E. and JACOBSSON, K.G. (1990). Nitrogen and purine metabolism at varying energy and protein supplies in sheep sustained on intragastric infusion. *Br. J. Nutr.*, 64, 359-370.
- LINDSAY, D.B. (1976). Amino acids as sources of energy. In: *Protein Metabolism and Nutrition*. pp: 183-195. Ed: D.J.A. Cole; K.N. Boorman; P.J. Buttery; D. Lewis; R.J. Neale and H. Swan. Butterworths, London.
- LOWRY, J.B. and SUMPTER, E.A. (1988). Hippuric acid output of sheep fed four tropical grasses. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 17, 433.
- MARTIN, A.K (1969). Urinary excretion of aromatic acids by sheep given diets containing different amounts of protein and roughage. *Br. J. Nutr.*, 23, 389-399.
- MARTIN, A.K (1973). Urinary aromatic acid excretion by fed and fasted sheep in relation to protein metabolism in the rumen. *Br. J. Nutr.*, 30, 251-267.
- MARTIN, A.K. (1982a). The origin of urinary aromatic compounds excreted by ruminants. 1. The metabolism of quinic, cyclohexanecarboxylic and non phenolic aromatic acids to benzoic acid. *Br. J. Nutr.*, 47, 139-154.
- MARTIN, A.K. (1982b). The origin of urinary aromatic compounds excreted by ruminants. 2. The metabolism of phenolic cinnamic acids to benzoic acid. *Br. J. Nutr.*, 47, 155-164.
- MARTIN, A.K (1982c). The origin of urinary aromatic compounds excreted by ruminants. 3. The metabolism of phenolic compounds to simple phenols. *Br. J. Nutr.*, 48, 479-507.
- MASON, V.G. (1984). Metabolism of nitrogenous compounds in the large gut. *Proc. Nutr. Soc.*, 43, 45-53.
- McALLAN A.B. (1982). The fate of nucleic acids in ruminants. *Proc. Nutr. Soc.*, 41, 309-317.
- McALLAN A.B. and SMITH, RH. (1983). Factors influencing the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and abomasum of steers. *Br. J. Nutr.*, 50, 445-454.
- MUNRO, H.N. (1964). General aspects of the regulation of protein metabolism by diet and by Hormones. In: *Mammalian Protein Metabolism*. (1). pp: 382-481. Ed: H.N. Munro and J.B. Allison. Academic Press. New York.
- MUNRO, H.N.; WADDINGTON, S. and BEGG, D.J. (1965). Effect of protein intake on ribonucleic acid metabolism in liver cell nucleic of the rat. *J. Nutr.*, 85, 319-328.
- NEWSHOLME, E.A. and LEECH, A.R. (1986). *Bioquímica Médica*. Interamericana.

NOLAN, J.V. and STACHIW, S. (1979). Fermentation and nitrogen dynamics in Merino sheep given a low-quality roughage. *Br. J. Nutr.*, 42, 63-79.

NRC (1985). *Ruminant nitrogen usage*. US National Academic of Science. Washington, D.C.

OLDHAM, J.D. and LINDSAY, D.B. (1983). Interrelationships between protein-yielding and energy yielding nutrients. In: IVth. Int. *Symp. Protein metabolism and Nutrition*. pp: 183-209. Ed: M.P. Amald; R. Pion; D. Bonin. INRA Service des publications, Versailles..

ORSKOV, E.R (1982). *Protein nutrition in ruminants*. Academic Press, London.

ORSKOV, E.R and FOOT, M.H. (1968). The influence of caecal starch infusion in sheep on faecal output of nitrogen, starch and dry matter. *Proc. Nutr. Soc.*, 28, 31A-32A.

ORSKOV, E.R.; FRASER, C.; MASON, V.C. and MANNS, S.O. (1970). Influence of starch digestion in the large intestine of sheep on caecal fermentation, caecal microflora and faecal nitrogen excretion. *Br. J. Nutr.*, 24, 671-682.

SCHELLING, G.T.; KOENIG, S.E. and JACKSON, T.C.Jr. (1980). Nucleic acids and purine or pyrimidine bases as markers from protein synthesis in the rumen. *Proceedings of an international symposium at Oklahoma State University*. pp: 1-9. Stillwater, Oklahoma.

SIBANDA, S.; TOPPS, J.H.; STORM, E. and ORSKOV, E.R (1982). The excretion of allantoin by ruminants in relation to protein entering the abomasum. *Proc. Nutr. Soc.*, 41, 75 A.

SIMON, O. (1989). *Metabolism of protein and amino acids*. In: *Protein Metabolism in Farm Animals. Evaluation, Digestion, Absorption and Metabolism*. pp: 273-366. Ed. H.D. Bock, B.O. Eggum, A.G. Low, O. Simon and T. Zebrowska. Oxford University Press.

SMITH, RH. (1975). Nitrogen metabolism in the rumen and the composition and nutritive value of nitrogen compounds entering the duodenum. In: *Digestion and Metabolism in the Ruminant*. pp: 309-415. Ed: I.W. McDonald and A.C.I. Warner. Univ. of New England Publishing Unit., NSW, Australia.

SMITH, RH. (1989). *Nitrogen metabolism in the rumen stomach*. In: *Protein Metabolism in Farm Animals. Evaluation, Digestion, Absorption and Metabolism*. pp: 165-203. Ed. H.D. Bock, B.O. Eggum, A.G. Low, O. Simon and T. Zebrowska. Oxford University Press.

STERN, M.D. and HOOVER, W.H. (1979). Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. *J. Anim. Sci.*, 49,1590-1603.

STRYER, L. (1981). *Biochemistry*. Ed: W.H. Freeman and Company, San Francisco.

WALLACE, RJ. and COTTA, M.A. (1988). Metabolism of nitrogen-containing compounds. In: *The rumen microbial ecosystem*. pp: 217-249. Ed. P.N. Hobson. Elsevier Applied Science, London.

ZORITA, E. y GIRALDEZ, F.J. (1991). Perfiles de excreción urinaria como indicadores de los balances de energía y nitrógeno en los rumiantes adultos. In:

Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña. pp: 215-230. Ed. F.F. Bermúdez. CSIC. Madrid

ZORITA, E.; OSLAGE, H.J.; GADEKEN, D. und SCHAFFT, H. (1986a). Zur möglichkeit der Vorhersage der Nährstoffaufnahme und des Ernährungsstatus ausgewachsener Schafe über die Harnausscheidung stickstoffhaltiger Metaboliten. En: *DeutschSpanische Zusammenarbeit in derAgrarforschung 1979-1988.* pp: 25-34. Ed. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn.

ZORITA, E.; SCHAFFT, H.; GADEKEN, D. und OSLAGE, H.J. (1986b). Untersuchungen zum Einflub wechselnder Energie-und Proteinversorgung auf den Energieumsatz und die renale Ausscheidung von Metaboliten des Proteinstoffwechsels bei Schafen. *J. Anim. Physiol. a. Anim Nutr.*, 56,151-152.

CINETICA DIGESTIVA Y UTILIZACION DE PASTOS

J.S. González, P.R. Revesado*, P. Frutos*, M.D. Carro y S. López
Departamento de Producción Animal. Universidad de León
*Estación Agrícola Experimental de León. CSIC

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo es la presentación de una parte de los resultados obtenidos dentro de un proyecto más amplio cuya finalidad es el desarrollo de sistemas de producción ovina que, basados en la máxima utilización de los recursos naturales disponibles, sean económicamente viables en si mismos y permitan la conservación y mejora del medio natural.

La incorporación del término "cinética digestiva" al título pretende destacar la importancia que los procesos digestivos tienen en la singular capacidad de los rumiantes de transformar sustancias no utilizables directamente por el hombre ni otros animales monogástricos en alimentos de gran calidad y valor para la especie humana y el hecho de que nuestro interés se centra en el carácter dinámico de estos procesos.

Es generalmente aceptado que la cantidad de alimento consumida por los animales es uno de los factores fundamentales determinantes del nivel de producción, dentro de los márgenes impuestos por el potencial genético de cada individuo (Demment y Van Soest, 1983). Los factores que determinan la ingestión voluntaria de alimento por los animales adquieren especial complejidad en condiciones de pastoreo, fundamentalmente por la variabilidad, tanto cuantitativa como cualitativa, en la oferta y por la capacidad de selección de los animales; pero, en todo caso, los procesos digestivos ocupan un papel importante en todas las clasificaciones de los factores que influyen la ingestión de alimento en condiciones de pastoreo (ver Arnold, 1985; Vallentine, 1990) y son un elemento importante en la variabilidad en la capacidad de las distintas especies animales para utilizar diferentes recursos (Van Soest, 1988; Hofmann, 1989).

Dentro de este contexto, nos referiremos a los resultados obtenidos en dos grupos de experimentos. En el primero de ellos se lleva a cabo un estudio compa-

rativo de la evolución de la intensidad de selección del pasto a lo largo de la estación de pastoreo y en el segundo se contemplan algunos de los factores que afectan al desarrollo relativo del aparato digestivo.

INTENSIDAD DE SELECCION DEL PASTO

El estudio de la evolución en la intensidad de selección del pasto se llevó a cabo en los pastos de un puerto de montaña de la provincia de León concretamente en el puerto de San Isidro situado a 1540 m de altitud, 43,03º de latitud Norte y 01,41º de longitud Oeste durante los meses de Junio a Septiembre de 1990. Las determinaciones se realizaron en cinco tipos de pastos diferentes, en función bien de la especie vegetal o de matorral dominante o del tipo de sustrato edáfico.

La intensidad de selección fue determinada en cuatro momentos de la estación de pastoreo correspondientes a la última semana de los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre utilizando ovejas de dos razas diferentes (Churra y Merina) provistas de una fístula esofágica (Van Dyne y Torell, 1964).

Los resultados obtenidos en los pastos de *Nardus* (Revesado *et al.*, 1991) relativos a la oferta y al porcentaje de hojas en la misma se representan en la figura 1, en la que claramente se observa un descenso en la oferta en los meses de Julio y Septiembre, así como un menor porcentaje de hojas en la misma en los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

Este patrón en la evolución de la oferta y en las características de la misma puede considerarse bastante representativo de un puerto de montaña en la cordillera Cantábrica, si exceptuamos los datos correspondientes al mes de Agosto, que pueden ser consecuencia de un nivel de precipitaciones superior a la media durante el mes de Agosto en el año en que se llevaron a cabo las determinaciones (figura 2).

Los índices de selección del pasto (% hojas en la extrusa/% hojas en el pasto) para cada una de las razas y períodos de muestreo se representan en la figura 3.

Es conveniente destacar la existencia de diferencias entre períodos y el hecho de que si bien no existieron diferencias estadísticamente significativas entre razas, se puso de manifiesto que la interacción periodo x raza fue estadísticamente significativa, hecho que, de ser confirmado, abriría nuevas posibilidades al pastoreo mixto, no sólo de diferentes especies, como es tradicionalmente considerado, sino de diferentes razas.

Actualmente se están llevando a cabo las mismas determinaciones para las otras cuatro comunidades vegetales y determinando la digestibilidad "in vitro" de las muestras obtenidas.

DESARROLLO DEL APARATO DIGESTIVO

Se ha estudiado el efecto que el nivel de ingestión y la condición corporal tienen sobre el contenido de las distintas partes del aparato digestivo en la oveja

Churra y sobre la proporción de cada una de estas partes en el peso vivo vacío de los animales. Los resultados obtenidos han sido publicados en otra parte (Frutos *et al.*, 1991) y se representan en las figuras 4 y 5.

Las diferencias observadas, tanto en los datos relativos al contenido como a las diferentes partes del aparato digestivo, especialmente en el caso del retículo-rumen en animales de distinta condición corporal indican la posibilidad de diferentes capacidades de utilización de alimentos de baja calidad en función de la condición corporal de los animales.

BIBLIOGRAFIA

ARNOLD, G.W. 1985. Regulation of forage intake. En: *Bioenergetics of wild herbivores* (Ed. R.J. Hudson y R.G. White) pp. 81-101. CRC Press, Boca Raton, Florida.

DEMMENT, M.W. y VAN SOEST, P.J. 1983. Body size, digestive capacity and feeding strategies of herbivores. Winrock International, Morrilton, Arkansas. 66 p.

FRUTOS, P., MANTECON, A.R. y GONZALEZ, J.S. 1991. The effect of body condition and level of feeding on the partition of the internal fat and the size of the digestive tract in adult Churra ewes. BSAP Occasional Meeting on Animal Production in Developing Countries. Wye College. Londres. En prensa.

HOFMANN, R.R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78, 443-457.

REVESADO, P.R., MANTECON, A.R., GONZALEZ, J.S., FRUTOS, P., RAMOS, G., ALONSO, I., GARCIA, A. y BERMUDEZ, F.F. 1991. Estudio de las comunidades de interés pascícola en un puerto de montaña. Evolución de la intensidad de selección del pasto por dos razas ovinas (Churra y Merina). Pirineos, en prensa.

VALLENTINE, J.F. 1990. Grazing management. Academic Press. New York. 533 p.

VAN DYNE, J.M. y TORELL, D.T. 1964. Development and use of the esophageal fistula. *Journal of Range Management*, 17, 7-19.

VAN SOEST, P.J. 1988. A comparison of grazing and browsing ruminants in the use of feed resources. En: *Increasing Small Ruminant Productivity in Semi-arid Areas*. (Ed. E.F. Thomson y F.S. Thomson). pp. 67-79. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

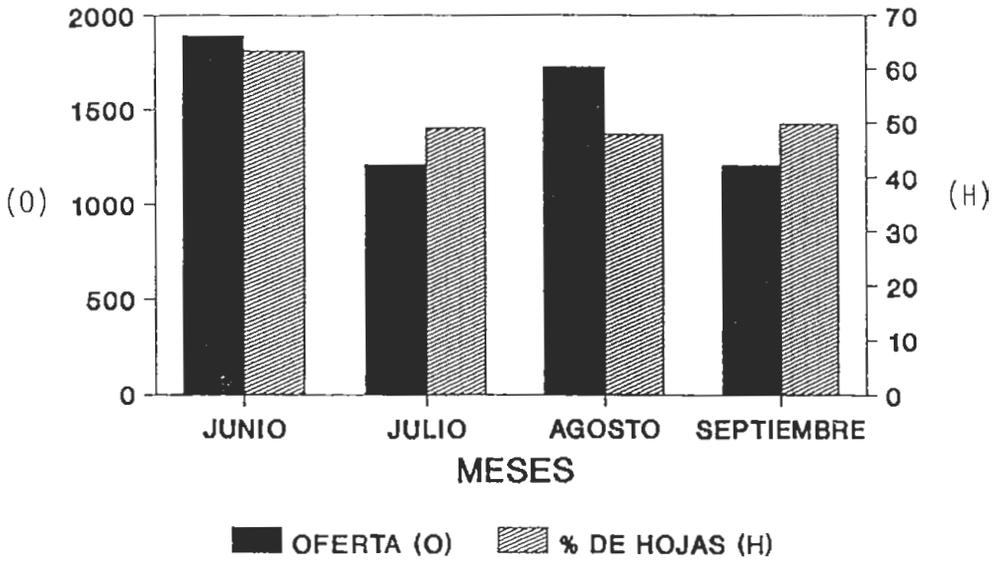


Fig. 1: Evolución de la cantidad de pasto en oferta (kg MS/ha) y del porcentaje de hojas de la misma.

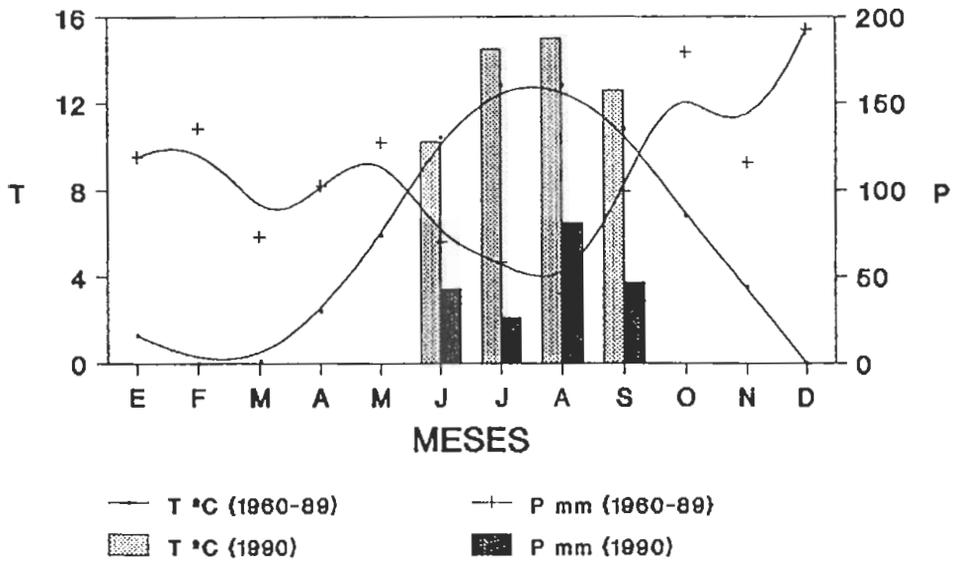


Fig. 2: Variaciones climáticas (Temperatura -T- y Pluviometría -P-) en el período de tiempo comprendido entre los años 1960-89 y en 1990.

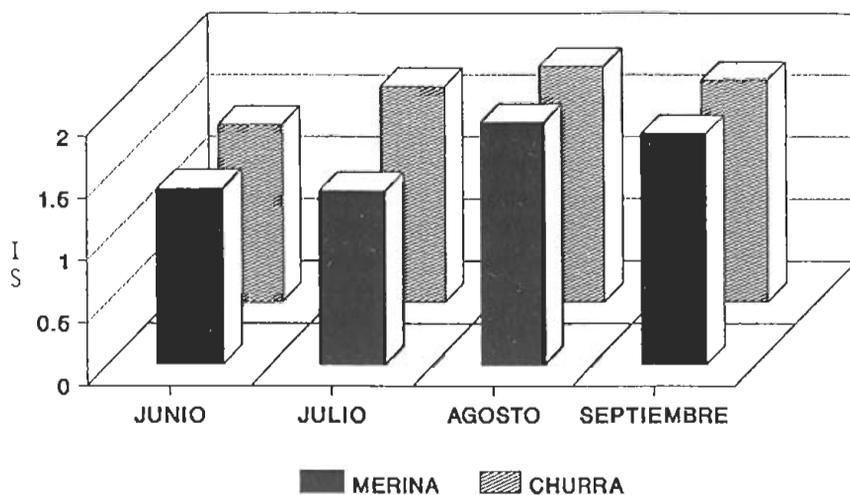


Fig. 3: Evolucion del índice de selección del pasto (% hojas en la extrusa/% hojas en el pasto, IS).

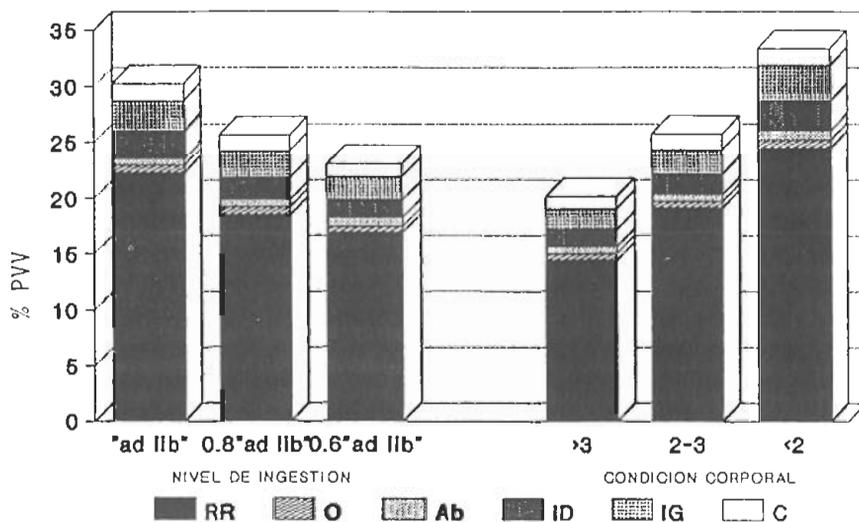


Fig. 4: Contenido de las diferentes partes del aparato digestivo expresadas en relacion al peso vivo vacío (PVV) en ovejas con diferentes niveles de ingestión y condiciones corporales.

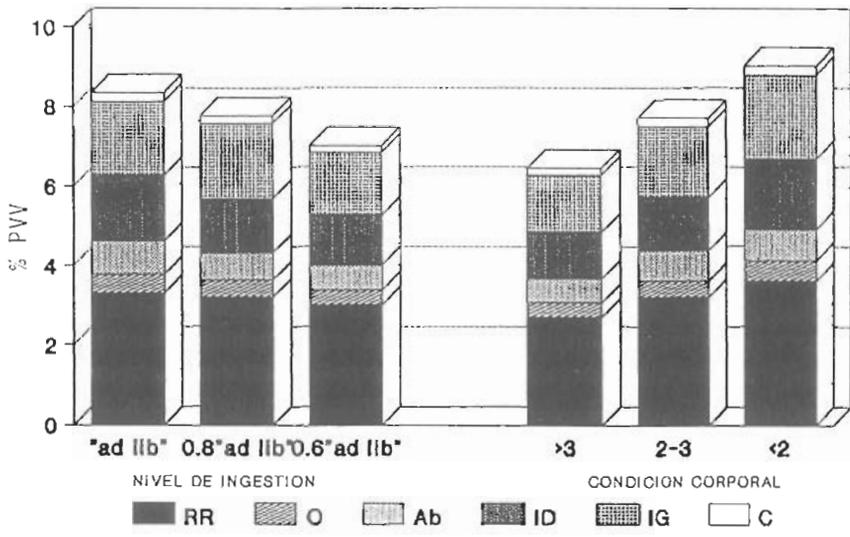


Fig. 5: Peso de las diferentes partes del aparato digestivo expresado en relacion al peso vivo vacio (PVV) en ovejas con diferentes niveles de ingestión y condiciones corporales.

INGESTION VOLUNTARIA Y CINETICA DE RENOVACION RUMINAL

J. Gasa¹

Depto. de Producción Animal y Ciencia de los alimentos.
Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

INTRODUCCION

Tradicionalmente se acepta que los mecanismos de regulación de la ingestión voluntaria actúan a largo y a corto plazo (Conrad et al., 1964; Baumgardt, 1970). En un periodo prolongado de tiempo los animales adultos tienden a mantener su balance energético adaptando la ingestión de alimento a los cambios derivados tanto de su estado fisiológico como de las condiciones ambientales imperantes. A largo plazo, por tanto, la ingestión voluntaria de dietas equilibradas está directamente relacionada con las necesidades energéticas y de nutrientes del animal que las consume (Baumgardt, 1970).

La regulación a corto plazo se refiere a los sucesos que ocurren a lo largo de un periodo de 24 hs, tales como la frecuencia y tamaño de las comidas, o la pauta de ingestión durante las mismas. Estos procesos están gobernados, de manera conjunta y simultánea, por tres tipos de mecanismos. Los mecanismos fisiológicos desencadenados por las variaciones de la temperatura corporal y/o de las concentraciones plasmáticas y/o ruminales de algunos metabolitos, los mecanismos psicogénicos, que incluyen respuestas aprendidas y mecanismos reflejo, como la palatabilidad o las interacciones sociales y los mecanismos físicos basados en la distensión del retículo-rumen y/o el estímulo táctil de su mucosa como factores inhibidores de la ingestión.

La importancia relativa de un tipo u otro de mecanismos depende de la dieta administrada, de modo que en animales alimentados exclusivamente con forrajes, en particular si son de digestibilidad moderada o baja, sería la capacidad de distensión del rumen el factor más limitante (Conrad *et al.*, 1964; Montgomery y Baumgardt, 1965). El grado de distensión ruminal dependerá, en último término, de la relación entre la cuantía y el ritmo de entrada de alimento y la cuantía y ritmo de desaparición de la digesta de la viscera.

¹Dirección actual: Departament de Patologia i de Producció Animal. Facultat de Veterinaria. 08193 Bellaterra. Barcelona.

Para Hungate (1966) el rumen, en su forma más sencilla, sería un recipiente en el que se mezclan alimentos, saliva y agua con una masa homogénea en fermentación que desaparece en cantidades equivalentes a las que entran. Es pues un sistema abierto en condiciones de equilibrio dinámico cuya cinética puede describirse mediante principios físicos relativamente sencillos y cuyo funcionamiento depende del volumen del órgano y sus variaciones y de los flujos de entrada y salida del mismo. Este planteamiento, correcto cuando comparamos los sucesos acaecidos entre días, resulta demasiado simplista cuando estudiamos el comportamiento cinético del sistema dentro de un periodo de 24 horas.

El objetivo de esta colaboración es analizar críticamente el efecto de algunos factores implicados en la cinética de renovación del contenido ruminal, sus métodos de estudio y las limitaciones que el sistema impone a la ingestión voluntaria de forrajes.

COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO Y CINETICA DE INGESTION

La ingestión de alimentos por los rumiantes se caracteriza por un tiempo considerable de aprensión y una actividad paralela de masticación de la ingesta que en ocasiones puede suponer hasta 12 hs/día (Dulphy y Faverdin, 1987). Como señalan Dulphy *et al.* (1980) las comidas que siguen a la administración de alimento son las más largas; pero también se producen comidas espontáneas de menor cuantía a lo largo del día, separadas unas de otras por varios periodos de rumia. La duración de estos periodos de rumia es muy constante entre días, pero varía a lo largo del día (Jaster y Murphy, 1983).

El tipo de dieta ejerce un efecto considerable sobre el tiempo destinado a cada una de estas actividades (Figura 1), los animales que consumen el heno de alfalfa picado dedicaron más tiempo a masticar tanto durante el periodo de aprensión (398 vs 163 min./día) como durante el de rumia (494 vs 250 min./día). Además, con independencia de la dieta, durante el día se puede observar que cada periodo de ingestión fue seguido por uno de rumia cuantitativamente similar. Sin embargo, por la noche los periodos de rumia fueron más prolongados y constantes con ambas dietas (los animales dedican 12-14 min./h. más a la rumia que durante el día).

Independientemente de la evolución nictemeral del comportamiento alimentario, es especialmente importante conocer el flujo total (ingestión diaria) y ritmo fraccional de entrada (% / h.) del alimento al rumen. Los animales que recibieron la dieta molida y granulada consumieron un 42% más de materia seca pero su ritmo fraccional de ingestión fue netamente inferior ya que durante las seis primeras horas la dieta picada fue ingerida en un 55% y en más de un 85% en la primera mitad del día, mientras que la granulada se consumió únicamente en porcentajes del 34 y 58% respectivamente.

Otro ejemplo del efecto que produce el tipo de dieta sobre la cinética de ingestión y por tanto sobre el ritmo de entrada de alimento al rumen lo muestran los resultados de Thiago (1988) al comparar la ingestión diaria acumulada en ter-

neros consumiendo 20 g MS / Kg PV y día de un forraje conservado en forma de heno o ensilado (Figura 2). El forraje ensilado se consume más lentamente que el heno.

Es obvio, por tanto, que el flujo horario (g/h) de alimento que llega al rumen, primer eslabón de funcionamiento del sistema, no permanece constante a lo largo del día y depende del tipo de dieta administrada. Además de la dieta, otros factores como el nivel y pauta de alimentación, la especie animal y estado fisiológico, las condiciones ambientales o las interacciones que puedan darse entre estos factores, contribuyen también a variar la cinética de ingestión a lo largo de un periodo ininterrumpido de 24 hs.

VARIACIONES DIARIAS DEL CONTENIDO RUMINAL

El fenómeno de distensión ruminal tiene su origen en las variaciones de volumen del contenido del rumen ocasionadas por las diferencias horarias en los flujos de entrada y salida de alimento y líquido de la víscera. El máximo volumen ruminal coincide con el final de los periodos de ingestión mientras el mínimo suele registrarse por la mañana, justo antes de la primera administración del alimento.

La tabla 1 muestra las cantidades de digesta (g de MF y MS / Kg P.V. Vacío) almacenadas en el retículo-rumen de ovinos no gestantes ni lactantes alimentados con dietas forrajeras ofrecidas "ad libitum" o a un nivel muy próximo a "ad libitum". Aún teniendo en cuenta que parte de las variaciones pueden atribuirse a factores independientes de la dieta, como diferencias en la metodología utilizada o el empleo del PV Vacío, para referirnos al tamaño de los animales con diferente estado de reservas, etc ..., y que los contenidos más bajos registrados con la paja sola y algunos forrajes de mejor calidad (pasto o heno de alfalfa) pueden obedecer a un déficit de nitrógeno degradable o a que se satisfacen las necesidades, respectivamente; parece existir una variación real debida al tipo de forraje. Los resultados de Weston y Castle (1982) y Poppi *et al.*, (1981), obtenidos en el mismo centro, muestran que el contenido ruminal (MF) es un 75% superior al administrar forrajes tropicales de gramíneas que con leguminosas. A juicio de Weston (1985) los animales no ingieren hasta alcanzar un nivel crítico de llenado constante de su retículo-rumen sino que este nivel depende también de la dieta. El autor sugiere que existiría una relación inversa entre el máximo llenado del rumen y la ingestión de EM que a su vez reflejaría una relación directa entre el primero y el nivel de subalimentación energética del animal.

Al administrar a vacas lecheras dos tipos de ensilado de pradera "ad libitum" (corte temprano y tardío, E y L respectivamente), suplementados con 3 y 9 Kg de concentrado/día se obtuvieron, para cada nivel de concentrado, ingestiones voluntarias de MS de ensilado muy semejantes pero cantidades máximas de MF en el rumen superiores con el forraje de peor calidad (L) (Figura 3). Podríamos suponer que el ensilado de mejor calidad (E) proporciona un balance energético más favorable y que, por tanto, el animal no precisa alcanzar el máximo llenado ruminal. Sin embargo, si consideramos la producción de leche como un índice del

balance energético; el valor calórico de la leche se redujo en un 10% al comparar la dieta L9 con la H3. La distensión ruminal no limitó la ingestión de ensilado con la dieta H3, a no ser que el nivel crítico de máximo llenado del rumen estuviera directamente relacionado con las características del forraje. De hecho el máximo contenido de MF en el rumen estuvo estrechamente relacionado con la cantidad de materia seca indigestible ingerida. No podemos olvidar tampoco que, al tratarse de ensilados, los productos de la fermentación "per se" pueden haber contribuido a limitar la ingestión en distinto grado (Gill *et al.*, 1988).

La figura 3 muestra además que, independientemente de la dieta, el máximo contenido ruminal se alcanza por la tarde tras la segunda distribución de alimento, aun cuando los animales dispusieron de ensilado durante todo el día. El nivel máximo de distensión ruminal no constituyó un mecanismo desencadenante de la sensación de saciedad tras la primera administración de la comida. Parece que el animal se enfrenta a la dieta y a su pauta de administración adaptando el rumen a las condiciones que le permitan obtener el máximo beneficio; en este sentido es de destacar también (Figura 3) que mientras con las dietas que incluyen 9 Kg de concentrado, la reducción del contenido ruminal es bastante constante después de alcanzar el máximo; cuando sólo se administran 3 Kg de concentrado el ritmo de vaciado se reduce considerablemente entre las 10 de la noche y las 3 de la madrugada para volver a acelerarse coincidiendo con una mayor actividad de rumia (Jaster y Murphy, 1983, Figura 1).

Si reconocemos esta capacidad adaptativa del rumen, la máxima ingestión de alimento estaría relacionada más que con un nivel máximo absoluto de llenado ruminal, con la variación máxima diaria de contenido ruminal. Para ingestiones semejantes de ensilado dentro de cada nivel de concentrado (9.5 y 9.3 con 3 Kg de concentrado y 7.4 y 6.6 con 9 para L y E, respectivamente) los aumentos máximos de contenido ruminal (MF) son muy parecidos (Figura 3). La tabla 2 ilustra con mayor precisión ésta hipótesis ya que ingestiones de materia seca del 42% superiores para el heno molido y granulado frente a su homólogo picado no modifican significativamente el máximo volumen ruminal de MF y MS pero se asocian a un volumen ruminal mínimo inferior.

La máxima ingestión estaría gobernada, por tanto, de una parte por la capacidad de adaptación del rumen para albergar la máxima cantidad de MF y de otra por la intensidad de vaciado que permitiera la mayor amplitud de las variaciones de contenido ruminal a lo largo de 24 hs. A esta última posibilidad dedicaremos el resto del artículo.

CINETICA DE VACIADO DEL RUMEN

La idea de que el vaciado del rumen es el factor que controla de forma más directa la ingestión voluntaria de los forrajes no es nueva (Van Soest, 1982; Ulyatt *et al.*, 1986). La cuantía y el ritmo de desaparición de la digesta del rumen está determinada por la intensidad de los procesos de digestión y paso que actúan de forma simultánea y competitiva. Puesto que el proceso de digestión, que se pro-

duce tras la fermentación del alimento y la subsiguiente degradación del material sólido por los microorganismos del rumen, ha sido ya abordado en este seminario por el profesor González, nos centraremos únicamente en la función de paso.

El paso, entendido como el flujo de residuos no digeridos del alimento a través del tracto digestivo, colabora decisivamente a aliviar la carga ruminal; siendo su importancia relativa tanto mayor cuanto peor es la calidad de la dieta. Las revisiones publicadas en los últimos años acerca del efecto de los factores dependientes del alimento, el animal, el medio ambiente y sus interacciones sobre la cinética de paso son numerosas (Warner, 1981; Faichney, 1986; Deswysen, 1987) y coinciden en señalar que el factor que más afecta al ritmo fraccional de paso de los alimentos a través del rumen es el nivel de ingestión, que además se confunde muy comúnmente con la mayoría de los demás. La relación forraje/concentrado, así como el tipo y forma de presentación del forraje, determinan un efecto importante, pero no siempre predecible en cuanto a su magnitud y dirección. Asimismo, el estado de gestación también provoca un aumento del ritmo fraccional de paso y entre los factores ambientales únicamente la temperatura parece afectarlo, pero sólo cuando el rango de variación es importante.

En cualquier caso, los cambios observados en el ritmo fraccional de paso, al igual que aquellos registrados en el contenido del rumen y en menor medida también los relativos al ritmo fraccional y extensión de la digestión, han de ser consecuencia de la respuesta que ofrece el animal, y más concretamente su rumen, a unas determinadas condiciones de alimentación. La magnitud de esta respuesta es probable que dependa en último término de la composición físico-química del alimento y de las necesidades nutritivas del animal, pero está íntimamente asociado el comportamiento que este alimento siga en el interior de la víscera.

Tras la demostración (Poppi *et al.*, 1980) de que las partículas del alimento han de alcanzar un tamaño umbral (1.18 mm. en ovino) para poder ser candidatas a abandonar el rumen a través del orificio retículo-omasal, es razonable aceptar que el tamaño de partícula es un factor limitante del vaciado del rumen. Nuestros resultados (Vega, 1991) confirman esta teoría y sugieren que el tamaño de partícula no es el único factor limitante del paso a través del rumen y, probablemente, ni siquiera sea siempre el más importante. La evolución diaria de las proporciones de los diferentes tamaños de partícula del contenido ruminal (Figura 4) muestra que como mínimo cerca del 80 y el 95% de las partículas poseen un tamaño inferior a 1.2 mm. en los animales que recibieron una dieta de heno de alfalfa troceado o molido y granulado, respectivamente.

Por otra parte, los mayores descensos en la proporción de partículas >1.2 en el rumen se registraron por la noche y madrugada, coincidiendo con una mayor actividad de rumia (Figura 1). La masticación durante la aprehensión y la rumia no sólo son los máximos responsables de la reducción del tamaño de partícula o conminución de la dieta (Ulyatt *et al.*, 1986) sino que además coinciden con una mayor frecuencia e intensidad de las contracciones retículo-ruminales (Freer *et al.*, 1962; Thiago, 1988) favoreciendo el paso de digesta al omaso y abomaso.

Aunque la forma de las partículas también afecta el vaciado del rumen (Kennedy y Murphy, 1988); de hecho es más probable el paso de partículas de hasta 10 mm de longitud pero muy delgadas, que el de partículas esféricas de menor diámetro (Sutherland, 1988), su densidad y la viscosidad del medio serían los factores que mejor nos ayudarían a explicar los resultados de la figura 4. Sólo las partículas suficientemente pesadas para vehicularse en el líquido tienen posibilidad de sedimentar y acercarse al orificio retículo-omasal. Adquirir esta densidad adecuada sería un fenómeno relacionado tanto con la capacidad y velocidad de humectación que permita al líquido empapar las estructuras celulares como con la facilidad de liberación de los gases producidos por la fermentación microbiana.

El paso de la digesta desde el rumen hacia tramos posteriores del tracto digestivo depende, por tanto, del tamaño, forma y densidad de las partículas, de la viscosidad del medio y movimientos de la víscera, del grado de asociación de las partículas el compartimento líquido y de su posición relativa en la víscera en el momento de la apertura del orificio retículo-omasal. Sin embargo cuantificar la variación de los efectos de estos factores y sus interacciones para ofrecer un modelo fiable de cinética de tránsito resulta sumamente complejo (Sutherland, 1988) y constituye un área de investigación en creciente expansión.

Alternativamente, la mayoría de los datos referentes a estudios de cinética de tránsito han sido obtenidos mediante el uso de marcadores y, más concretamente, a partir de la interpretación de los parámetros de su cinética de excreción fecal subsiguiente a la administración de una dosis única (Warner, 1981). Los resultados, muy comúnmente, son dispares e incluso en muchos casos contradictorios.

Uno de los factores responsables es, sin duda, que todavía no existe un acuerdo unánime en la interpretación fisiológica de los parámetros de la curva de excreción fecal (K_1 , K_2 Y TT). El efecto que ejercen los compartimentos post-ruminales (abomaso e intestino grueso) sobre la cinética de excreción fecal no han podido ser completamente desligados de los de origen ruminal (Faichney y Boston, 1983; Cruickshank *et al.*, 1989; Vega, 1991). Sin embargo, incluso cuando el muestreo se lleva a cabo directamente en el rumen o en el duodeno, donde las dificultades de interpretación son menores, los resultados merecen ser analizados con cautela.

Un aumento del nivel de alimentación de dos a tres veces mantenimiento, por ejemplo, no modificó el ritmo fraccional de dilución ruminal del CoEDTA, ni los del iterbio y cromo ligados al forraje administrado a vacas lecheras (Tabla 3) pero determinó un aumento significativo (equivalente al 50%) del volumen ruminal. Cuando la dieta no se ofrece "ad libitum", un mayor flujo de materia a través del rumen no tiene por que ir acompañado de variaciones en los ritmos fraccionales de paso sino que puede coincidir con variaciones del volumen ruminal.

Asimismo un aumento de ingestión del 42% al administrar a carneros adultos un heno de alfalfa molido y granulado con respecto al picado (65.0 vs 92.1 g MS/Kg PV^{0.75}) determinó un incremento de sólo un 34% en el ritmo fraccional de dilución ruminal del CoEDTA y no modificó los del iterbio y cromo ligados al forraje (Tabla 4). Si tenemos en cuenta (Tabla 2) que el molido y granulado redujo la

digestibilidad del forraje y que la dieta no afectó significativamente al volumen ruminal máximo, el efecto observado con los marcadores parece insuficiente para explicar las diferencias esperadas en el ritmo fraccional de salida de material no digerido del rumen.

Los resultados de una prueba de sacrificio, llevada a cabo con corderas que consumían las mismas dietas a un nivel de alimentación equivalente al 90% de "ad libitum" y ofrecidas en doce distribuciones diarias, nos permitieron integrar los ritmos fraccionales de dilución de los marcadores con la probabilidad teórica de salida del rumen de los distintos tamaños de partícula del contenido ruminal (ver Vega, 1991) (Figura 5).

La probabilidad de salida del tamaño medio de partícula del granulado (0.44 mm) fue un 67% superior a la del picado (0.91 mm), confirmando (Thomson y Beever, 1980; Warner, 1981; Uden 1988) que las diferencias en ingestión entre dietas están directamente relacionadas con el ritmo fraccional de paso de la ingesta a través del orificio retículo-omasal. Sin embargo la utilización del iterbio marcado en el alimento no permitió detectar tales diferencias y con el CoEDTA se manifestaron sólo parcialmente (Tabla 4).

El CoEDTA y el iterbio describen el comportamiento cinético de un tamaño de partícula variable (Figura 5) dependiendo de la dieta (el CoEDTA reflejo el de partículas de un tamaño medio de 0.32 y 0.48 mm y el iterbio a partícula de 0.48 y 0.59 mm con las dietas molida y granulada y picada respectivamente) y en ningún caso coincidente con el tamaño medio de partícula del contenido ruminal. El uso de una dosis única de este tipo de marcadores, incluido probablemente el cromo mordiente, en estudios de cinética de paso, permitiría obtener respuestas cualitativas razonables pero no resulta un método fiable para cuantificarlas.

CONCLUSIONES

Describir con un grado de precisión aceptable la cinética de renovación del contenido ruminal, como principal factor limitante de la ingestión voluntaria de forrajes por los rumiantes, resulta actualmente una tarea demasiado compleja. Si bien se conocen los principales factores implicados e incluso la dirección de sus efectos, apenas han sido cuantificados la magnitud y la evolución de los mismos, ni tampoco las variaciones asociadas a las interacciones entre los distintos factores. Los resultados analizados en este artículo nos permiten sugerir la dirección de futuras investigaciones encaminadas a:

- 1- Conocer el volumen máximo y la amplitud de variación diaria del contenido del rumen asociados a la dieta y su pauta de administración, como factor implicado en la optimización de la ingestión voluntaria de forrajes por los rumiantes sometidos a distintos niveles de producción.

- 2- Profundizar en el conocimiento de la interacción tamaño de partícula : densidad y su efecto sobre las cinéticas de digestión y paso del contenido ruminal.

3- Mejorar las técnicas de utilización de marcadores, profundizar en la interpretación fisiológica de los resultados e investigar técnicas alternativas que permitan describir con más precisión la cinética de tránsito digestivo de la dieta.

BIBLIOGRAFIA

BAUMGARDT, B. R. (1970). En: *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. Ed. A. T. Phillipson. Oriel Press. Newcastle-upon-Tyne. pp 235-253.

CONRAD, H. R. ; PRATT, A. D. ; HIBBS, J. W. (1964) . *J. Dairy Sci.*, 47, 54-62.

CRUICKSHANK, C. J. ; POPPI, D. P. ; SYKES, A. R. (1989) . *Br. J. Nutr.* 62., 229-239.

DESWYSEN, A . G . (1987) . En: *Physiological and pharmacological aspects of the reticulo-rumen*. Eds. L. A. A. Ooms, A. D. Degryse y A. S. J. P. A. M. Van Miert. Martinus Nijhoff Publishers. pp 133-154.

DULPHY, J. P. ; FAVERDIN, PH. (1987) . *Reprod. Nutr. Dévelop.* 27, 129-155 .

DULPHY, J. P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. (1980). En: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Ed. Y. Ruckebusch y P. Thivend. MTP Press, Lancaster, pp 103-122.

FAICHNEY, G. J. (1986). En: *Control of Digestion and Metabolism in Ruminants*. Eds. L. P. Milligan, W. L. Grovum y A. Dobson. Reston, Va.; US: Reston Publishing Co. pp 173-195.

FAICHNEY, G. J. ; BOSTON, R. C. (1983). *J. Agric. Sci.* 101, 575-581 .

FREER, M.; CAMPLING, R. C.; BALCH, C. C. (1962). *Br. J. Nutr.* 16. 279-295.

GASA, J.; SUTTON, J. D. (1991). *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*. 6, 39-50.

GASA, J.; HOLTENIUS, K. J.; SUTTON, J. D.; DHANOA, M. S.; NAPPER, D. J. (1991). *Br. J. Nutr.* 66, 381-398.

GILL, M.; ROOK, A. J.; THIAGO, L. R. S. (1988) . En: *Nutrition and lactation in the dairy cow*. Ed. P. C. Garnsworthy. London. Butterwoths. pp. 262 - 279 .

HUNGATE, R. E. (1966). *The rumen and its microbes*. Academic Press. N. Y.

JASTER, E. H.; MURPHY, M. R. (1983) . *J. Dairy Sci.* . 66. 802-810.

KENNEDY, P. M.; MURPHY, M. R. (1988). *Nutr. Res. Rev.* 1, 189-208 .

MONTGOMERY, M. J.; BAUMGARDT, B. R. (1965) . *J. Dairy Sci.* 48, 1623-1628 .

POPPI, D. P.; MINSON, D. J.; TERNOUTH, J. H. (1981) . *Aust. J.Agric. Res.* 32, 99-108.

POPPI, D. T.; NORTON, B. W.; MINSON, D. J.; HENDRICKSEN, R. E. (1980). *J. Agric. Sci.* 94, 275-280.

SUTHERLAND, T. M. (1988). En: *Comparative Aspects of Physiology of Digestion in Ruminants*. Eds. A. Dobson y M. Dobson. New York, Cornell University Press. pp 43-73.

THIAGO, L. R. L. (1988) . PhD. Thesis . University of Reading .

THOMSON, D. J.; BEEVER, D. E. (1980). En: Digestion and Metabolism in Ruminants Eds. Y. Ruckebusch y p. Thivend. MTP Press. pp 291-308.

ULYATT, M. J.; DELLOW, A. J.; JOHN, A.; REID, C. S. W.; WAGHORN, G. C. (1986). En: Control of Digestion and Metabolism in Ruminants. Eds. L. P. Milligan, W. L. Grovum y A. Dobson. Reston, Va.; US; Reston Publishing Co. pp 498-515.

VAN SOEST, P. J. (1982). Nutritional Ecology of the Ruminant. Corvallis, Oregon; O & B Books.

VEGA, A. DE. (1991). Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.

WARNER, A. C. I. (1981). *Nutr. Abstr. Rev.*, 51, 789-820.

WESTON, R. H. (1985) . *Proc. Nutr. Soc. Aust.*, 10, 55-62.

WESTON, R. H.; CASTLE, J. A. (1982) . *Proc. Nutr. Soc. Aust.*, 7, 147-152 .

Tabla 1
Cantidad de digesta (g. Materia Fresca y Seca / Kg. P.V. vacío) almacenada en el retículo-rumen de ovinos no gestantes ni lactantes alimentados con dietas forrajeras "ad libitum". (Weston, 1985).

Dieta	M F.	M.S.	Referencia
- Paja	88	9.4	Egan, (1970)
- Pasto alta calidad	95	9.9	Weston <i>et al.</i> , (1985)
- Henos alfalfa / trigo	128	16.5	Weston y Castle (1982)
- Heno alfalfa	143	20.8	"
- Leguminosa tropical	145	16.4	"
- Pasto (Verano seco)	162	22.7	Weston <i>et al.</i> , (1985)
- Trebol	196	29.2	Ingals <i>et al.</i> , (1966)
- Forraje de Alpiste	224	29.6	"
- Gramínea tropical (tallos)	230	26.7	Laredo y Minson (1963)
- Gramínea tropical (tallos)	253	29.5	Poppi <i>et al.</i> , (1981)
- Gramínea tropical (hojas)	254	26.9	"

Tabla 2
Efecto de la forma de presentación de un heno de alfalfa de calidad moderada sobre su ingestión (g MS/Kg PV^{0.75}, digestibilidad (DMO, %) y el contenido mínimo y máximo del rumen (g/Kg PV Vacío) de carneros adultos. (Vega, 1991).

	PICADO	GRANULADO	RSD	Sig.	
- Ingestión (g / Kg PV ^{0.75})					
M.S.		65.0	92.1	2.81	***
M.S.Ind.		21.0	25.8	0.91	*
- D.M.O.		53.2	46.5	2.25	**
- Contenido Ruminal (g / Kg P.V. Vacío)					
Mínimo - M.F.		174.1	131.7	19.04	*
- M.S.		19.5	16.0	2.50	*
Máximo - M.F.		299.5	264.0	27.51	NS
- M.S.		47.9	48.0	4.31	NS

Tabla 3

Efecto del nivel de alimentación (bajo vs alto) de una dieta constituida por ensilado y concentrado (50/50) administrada a vacas en lactación, sobre el ritmo fraccional de dilución del CoEDTA en el rumen (Kr %), la estimación del contenido ruminal (Kg MF) y los ritmos fraccionales de paso a través del duodeno (K1, %) del iterbio (Yb) y cromo (Cr) ligados al forraje. (Gasa y Sutton, 1991).

	Nivel de Alimentación		RSD	Sig.
	Bajo	Alto		
MSI (g / Kg PV ^{0.75})	87.1	129.3		
Kr (Co) (%)	14.8	14.8	1.35	NS
K1 (Yb) (%)	4.0	3.6	0.29	NS
(Cr) (%)	2.0	1.7	0.17	NS
M.F. Rumen (Kg)	54.0	81.0	5.53	*

Tabla 4

Ritmos fraccionales de dilución ruminal (%) del CoEDTA y del Iterbio (Yb) y cromo (Cr) ligados al alimento en carneros adultos que consumían heno de alfalfa picado (P) o molido y granulado (G). (Vega, 1991) .

	P	G.	RSD	Sig.
CoEDTA	8.0	10.7	0.71	**
Yb	4.7	5.0	1.29	NS
Cr	3.9	3.9	1.52	NS

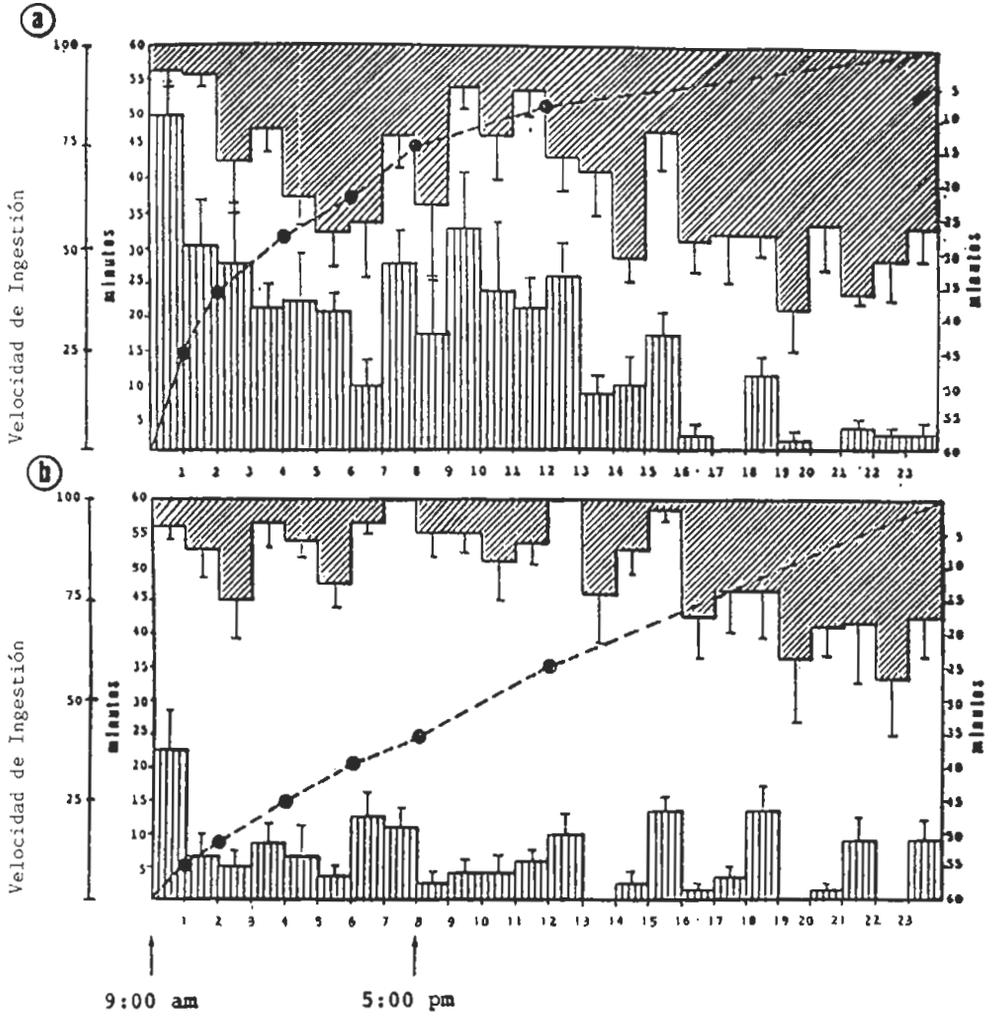
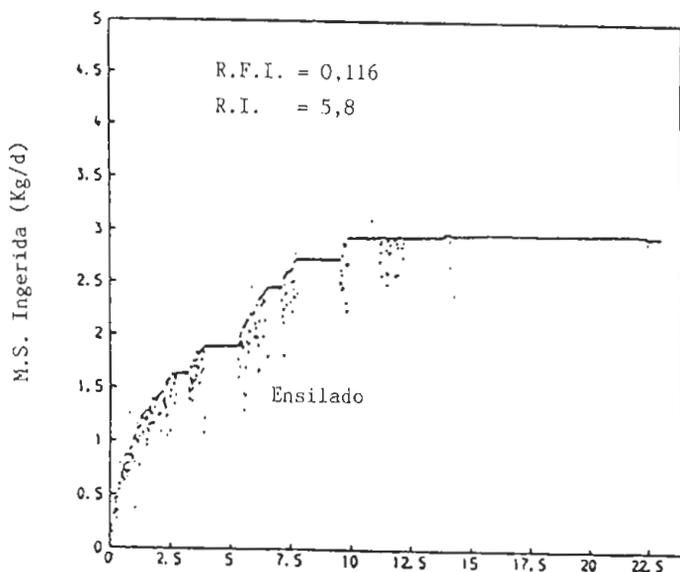
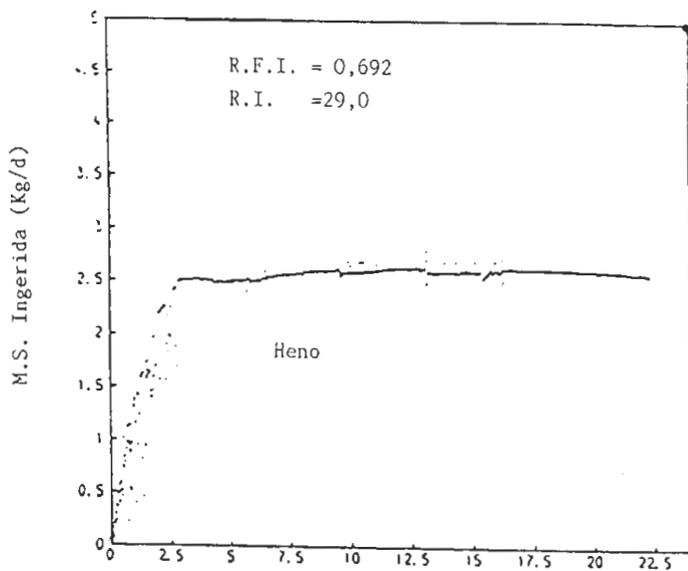


Fig. 1: Secuencia diaria de masticación (▨) y rumia (▩) y velocidad de ingestión (●) de corderas que consumían heno de alfalfa picado (a) o molido y granulado (b) "ad libitum" (Vega, 1991)



tiempo post-distribución (hs)

Fig. 2: Cinética de ingestión en terneros alimentados con 20 g MS/Kg P.V. de heno o ensilado ofrecido en una sola distribución. (Thiago, 1988).

R.F.I.: Ritmo Fraccional de Ingestión (h⁻¹).

R.I.: Ritmo de Ingestión (g MS/min).

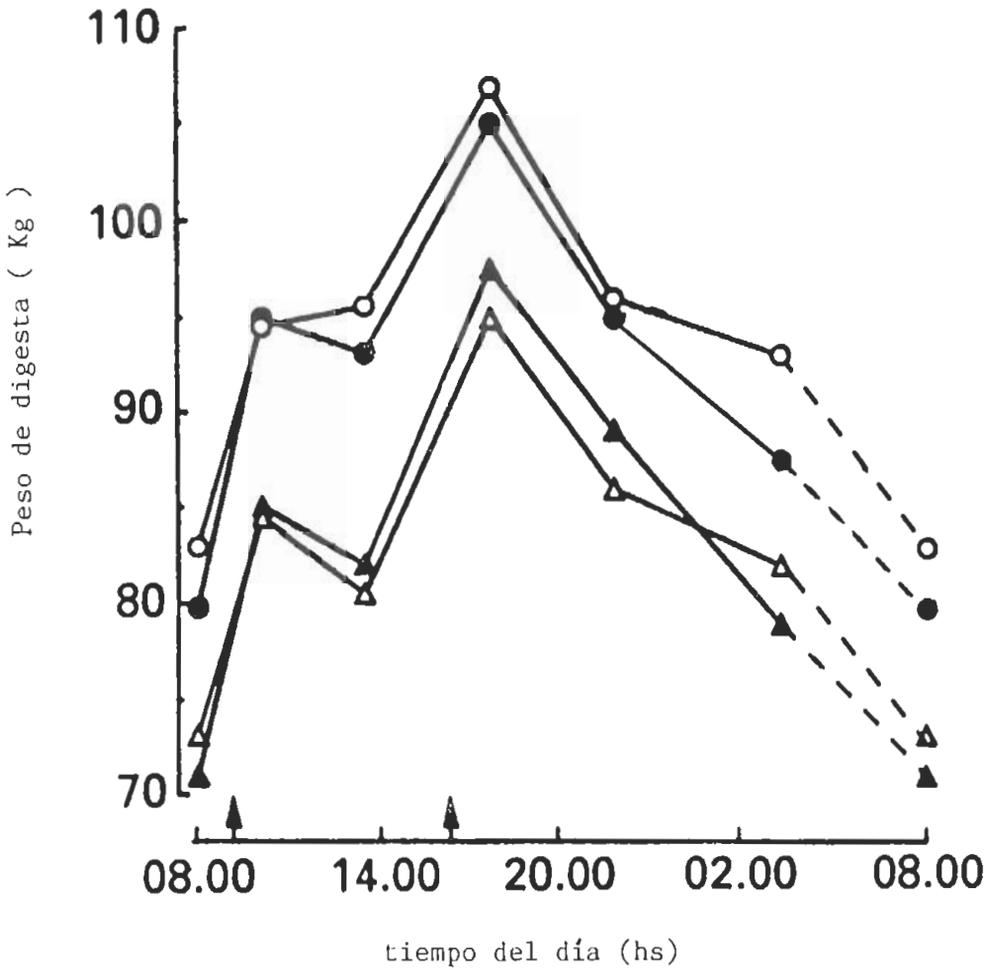


Fig. 3: Peso de digesta (Kg. MF) acumulado en el rumen de vacas lecheras que consumían 3 y 9 Kg. de concentrado con ensilado de pradera de corte temprano (3 Kg/d Δ , 9 Kg/d. \blacktriangle) o de corte tardío (3 Kg/d. \circ 9 Kg/d. \bullet) "ad libitum". momento de distribución del ensilado. Los valores obtenidos a las 8'00 del segundo día son repetición de los registrados el primer día. (Gasa et al, 1991).

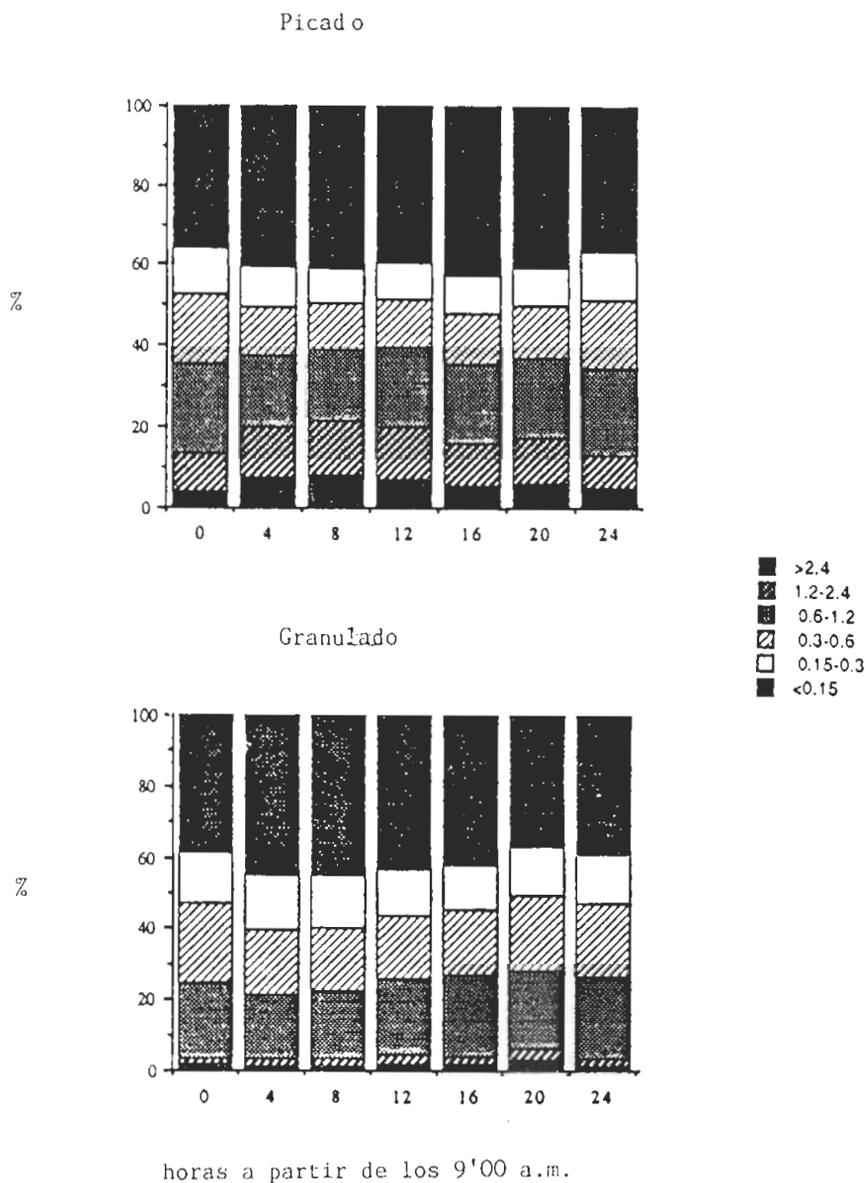


Fig. 4: Distribución de las proporciones (%) de los diferentes tamaños de partícula de la digesta ruminal a lo largo del día en carneros que consumían dietas de heno alfalfa picado o molido y granulado. (Vega, 1991).

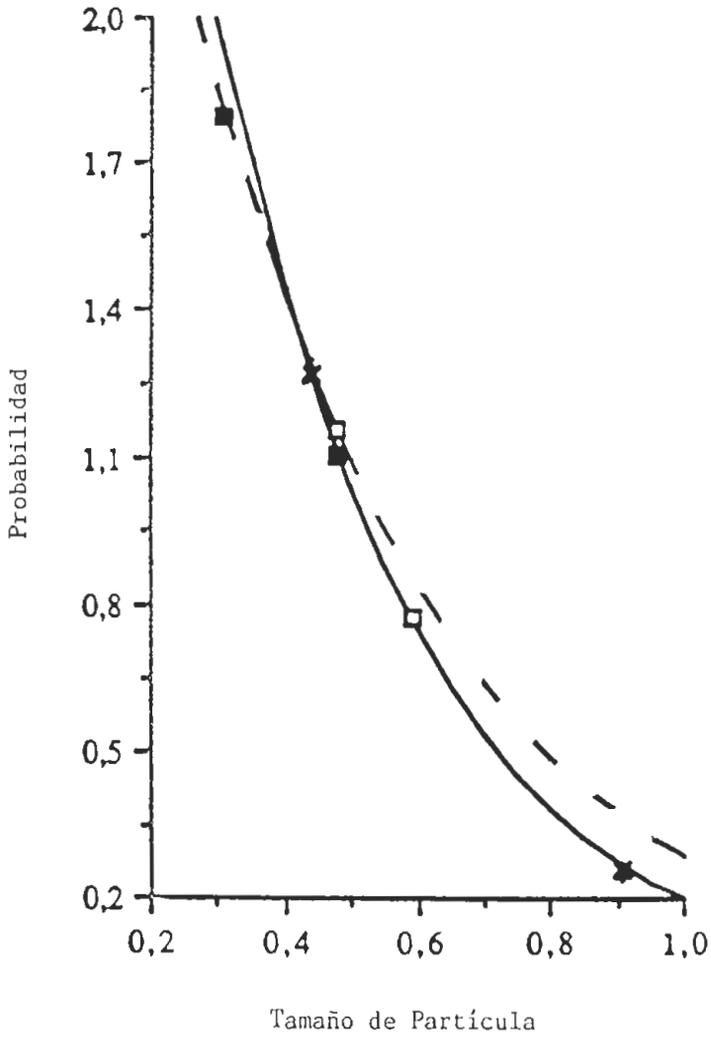


Fig. 5: Probabilidad teórica relativa de salida del compartimento ruminal de las fracciones supuestamente asociadas con Co EDTA (■) o iterbio (□), y de los tamaños medios de partícula (★) del contenido del rumen de corderas consumiendo heno de alfalfa picado (—) o molido y granulado (- - -). (Vega, 1991)

INGESTION VOLUNTARIA Y ACTIVIDAD RUMINAL COMPARADA DE OVINO Y CAPRINO EN ZONAS ARIDAS

E. Molina, M.D. Isac, M.A. García, J.F. Aguilera y J. Boza
Estación Experimental del Zaidín (CSIC)
Profesor Albareda, 1. 18008 Granada

La utilización óptima de los recursos forrajeros de zonas áridas requiere el desarrollo de sistemas ganaderos extensivos basados en los animales más idóneos.

Entre los pequeños rumiantes, el caprino se ha considerado tradicionalmente como la especie más capacitada para sobrevivir en medios difíciles pero, las causas de esa mayor capacidad no se conocen bien. La información de que se dispone al respecto es escasa y controvertida habiéndose desarrollado distintas opiniones pero ninguna suficientemente contrastada mediante estudios comparativos realizados en las mismas condiciones. Los ensayos en pastoreo son prácticamente inexistentes (MASSON, 1989; DISTEL, 1990; NARJISSE, 1990).

La mayor capacidad del caprino para sobrevivir en condiciones extremas se ha relacionado con su comportamiento ingestivo (GEOFFROY, 1974; OLIVEIRA, 1987), diferencias anatómicas en el tracto digestivo, peculiaridades fisiológicas (ROBBINS y col., 1987; FELDMAN y col., 1981; NARJISSE y EL BARE, 1986) etc.

La información existente indica que la clave para explicar una posible mayor eficiencia digestiva en caprino está en las características de la actividad fermentativa ruminal y del movimiento de la digesta a través del tracto digestivo, fundamentalmente la velocidad de paso.

Se ha realizado una serie de ensayos en el marco del proyecto LUCDEME (Lucha Contra la Desertificación del Mediterráneo) con objeto de conocer la capacidad de razas autóctonas de ovino y caprino para utilizar alimentos de distinta naturaleza, así como las causas de dicha capacidad, tanto en condiciones de estabulación como de pastoreo.

ENSAYOS CON ANIMALES EN ESTABULACION

Se ha estudiado comparativamente en ovino de raza Segureña y caprino de raza Granadina el efecto de la frecuencia de suministro del alimento (2 versus 3 veces/día) así como de la calidad de la dieta (Tabla I), sobre algunos parámetros de la actividad fermentativa ruminal (pH y concentraciones de NH_3 y AGV). Los animales, alojados en jaulas individuales, estaban dotados de fístula ruminal y se alimentaban a nivel de mantenimiento.

La frecuencia en el suministro del alimento no afectó significativamente a los valores medios de los parámetros ruminales estudiados. La calidad de la dieta no afectó significativamente a los valores medios de pH ni de AGV totales (Tabla II). Sin embargo, la concentración de NH_3 en el líquido ruminal disminuyó significativamente, tanto en ovino como en caprino, a medida que empeoró la calidad de la dieta. Esa disminución fue más pronunciada en ovino que en caprino, lo que parece indicar una menor sensibilidad del caprino ante la escasez de nitrógeno en la dieta (MASSON, 1989). Los valores de pH fueron muy semejantes en las dos especies animales estudiadas. Los valores medios de la concentración de NH_3 fueron sistemáticamente más elevados en ovino. Puesto que la degradación de la materia orgánica fue superior en caprino (Tabla I) es probable que, según apuntan CABRERA y colaboradores (1983) y HADJIPANAYIOTOU y ANTONIOU (1983), los menores valores de NH_3 ruminal en esta especie deriven de su mayor eficiencia para sintetizar proteína microbiana.

La digestibilidad de la MO de la dieta de menor calidad (100% paja de veza) fue superior en caprino que en ovino lo que indica una mayor eficiencia del caprino para degradar alimentos de baja calidad. Ello concuerda con lo encontrado en otras razas por diversos autores (MOUSA y col., 1983; DEVENDRA, 1978; MASSON, 1989).

Ensayos con animales en pastoreo

Estos ensayos se desarrollaron a lo largo de tres épocas distintas del año 1990 en una finca situada al noreste de la provincia de Granada y en una zona semiárida.

En ovino de raza Segureña y caprino de raza Granadina se estudió la ingesta, así como una serie de características de la actividad fermentativa ruminal y del movimiento del alimento a través del tracto digestivo. Los animales estaban dotados de fístula ruminal permanente y pastaban libremente a lo largo del día estabulándose durante la noche. Se formaron tres lotes que consumieron pasto, pasto suplementado con cebada y pasto suplementado con cebada y urea, respectivamente. Los animales tenían libre acceso al agua y a bloques de CINa.

La vegetación de la zona de estudio está representada por especies típicas de matorral, tomillares, pastizales vivaces, alguna encina, cultivos cerealistas y arbóreos y retamales.

Se determinó la composición botánica, por observación directa del alimento consumido así como la composición química y la digestibilidad in vitro (TILLEY-TERRY, 1963) del mismo (Tabla III). En todos los períodos experimentales el porcentaje de FND en los pastos consumidos por ovino fue sistemáticamente más elevado que en los consumidos por el caprino lo que concuerda con lo observado por McCAMMON-FELDMAN y colaboradores (1981) y VAN SOEST (1982). Por lo que respecta al contenido en proteína de los pastos consumidos las diferencias entre caprino y ovino no son relevantes. Estos resultados parecen corroborar lo señalado por MALECHEK y NARJISSE (1990), quienes consideran que, aunque caprino y ovino puedan seleccionar dietas muy diferentes en composición botánica, sólo aparecen pequeñas diferencias en su contenido en proteína. En general el porcentaje de nitrógeno ligado a la pared vegetal es más elevado en los pastos consumidos por ovino que por caprino.

La digestibilidad in vitro de los pastos consumidos por ovino y caprino no presenta diferencias importantes. Aunque McCAMMON-FELDMAN y colaboradores (1981) y VAN SOEST (1982) consideraban que el caprino consume dietas de más alta digestibilidad que el ovino, PFISTER y MALECHEK (1986) obtuvieron resultados similares a los encontrados en nuestros ensayos.

Resultados parciales de la ingesta de ovino y caprino se presentan en la Tabla IV. Los datos se han obtenido a partir del cociente entre la producción de heces estimada a partir de la excreción de Cr²⁰³ y de la fracción no digestible in vivo (1 - Digestibilidad in vivo, obtenida mediante la ecuación establecida en nuestro laboratorio para alimentos de naturaleza muy variada: $DMO = 15,9 + DIVMO$, donde DMO es la digestibilidad in vivo de la materia orgánica y DIVMO es la digestibilidad in vitro, según TILLEY y TERRY (1963) de dicha fracción).

En la Tabla V aparecen los valores medios de los parámetros de la actividad fermentativa ruminal (pH y concentración de NH₃ en líquido ruminal).

BIBLIOGRAFIA

CABRERA, R., VILLARROEL, P., VIALE CASTILLO, A. 1983. Rumen fermentation activity in the goat and sheep. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 13, 213-219.

DEVENDRA, C. 1978. The digestive efficiency of goats. *World Rev. Anim. Prod.*, 14, 9-22.

DISTEL, R.A. 1990. Effects of experience early in life on voluntary intake of blackbrush by goats. Ph. D. Diss. Utah State Univ. Logan, Utah.

DOYLE, P.T., EGAN, J.K., THALEN, A.J. 1984. Intake, digestion, and nitrogen and sulphur retention in Angora goats and Merino sheep fed herbage diets. *Aust. J. Exp. Anim. Husb.* 24, 165-169.

FELDMAN, B.M., VAN SOEST, P.J., HORVATH, P. McDOWELL, R.D. 1981. Feeding strategy of the goat. *Cornell Intern. Agric. Mimeo*, Cornell Univ., Ithaca, New York (USA).

GEOFFROY, F. 1974. Etude comparée du comportement alimentaire et mérycique de deux petits ruminants: la chèvre et le mouton. *Ann. Zootech.*, 23, 63-73.

HADJIPANAYIOTOU, M., ANTONIOU, T. 1983. A comparison of rumen fermentation patterns in sheep and goats given a variety of diets. *J. Sci. Food Agric.* 34, 1319-1322.

HOWE, J.C., BARRY, T.N. 1988. Voluntary intake and digestion of gorse (*Ulex europeans*) by goats and sheep. *J. Agric. Sci.*, 111, 107-114.

MALECHEK, J.C., NARJISSE, H. 1990. Behavioral ecology of sheep and goats: Implications to sustained production on pastures and rangelands. 41^{eme} Reunion Anual de la EAAP. Toulouse (Francia).

MASSON, C. 1989. La digestion chez les caprins: Adaptation a la valeur alimentaire de différents fourrages et comparaison avec les ovins.

McCAMMON-FELDMAN, B.M., VAN SOEST, P.J., HORVARTH, P., McDOWELL, R.C. 1981. Feeding strategy of the goat. Cornell International Agriculture, Mimeo, Cornell Univ. Ithaca, New York.

MOUSA, H.M., ALI, K.E., HUME, I.D. 1983. Effects of water deprivation on urea metabolism in camels, desert sheep and desert goats fed dry desert grass. *Comp. Biochem. Physiol.*, 74A, 715-720.

NARJISSE, H., EL BARE, B. 1986. Seasonal changes in the dietary botanical composition of sheep and goats grazing in an oak forest. En: Joss P.J., Lynch P.W. and Williams O.B. (eds). *Rangelands: A Resource Under Siege*, 369-371. Austr. Acad. Sci. Canberra (Australia).

NARJISSE, H. 1990. Feeding behavior of goats on rangelands. En: *Nutrition de la Chevre*. (Ed. P. Morand-Fehr). Pudoc Wageningen.

OLIVEIRA, E.R. 1987. Maintenance energy requirements of free-ranging goats and sheep. Ph. D. Diss. Utah State Univ., Logan, Utah.

PFISTER, J.A., MALECHEK, J.C. 1986. The voluntary intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of northeastern Brazil. *J. Anim. Sci.*, 63, 1078-1086.

ROBBINS, C.T., MOLE, S., HAGERMAN, A.E., HANLEY, T.A. 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in dry matter digestion?. *Ecology* 68, 1606-1615.

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, 18, 104111.

Tabla I
Composición química (% MS) v valor nutritivo de los ingredientes de las dietas ensavadas en condiciones de estabulación

	Heno de alfalfa	Paja de veza
MS	89,5	90,0
M O	88,7	88,8
P B	17,8	8,21
FND	41,4	49,4
FAD	33,1	35,3
LAD	7,07	7,69
EB (MJ/kg MS)	18,4	17,0
EM (MJ/kg MS)	9,27	7,48
DMO in vivo		
Caprino	68,8	70,4
Ovino	65,9	60,1

Tabla II
Parámetros ruminales y digestibilidad de la materia orgánica de las dietas en animales en estabulación alimentados con dietas de distinta calidad

Dieta	Especie	pH	NH3 (mg/100 ml)	AGV (mmoles/l)
100% P.V	Caprino	6,82±0,019	5,88±0,792	82,7±5,72
	Ovino	6,73±0,019	6,05±0,678	
50% P.V-50% H.A	Caprino	6,83±0,026	6,54±0,864	84,7±8,58
	Ovino	6,78±0,019	8,74±0,905	
100 % H.A	Caprino	6,69±0,051	10,5±1,28	78,1±5,48
	Ovino	6,80±0,031	12,6±1,33	

Tabla III
Ensayos en pastoreo: Composición química (% MS) y digestibilidad "in vitro" de pastos v suplementos

	Período 1		Período 2		Período 3	
	Caprino	Ovino	Caprino	Ovino	Caprino	Ovino
MS	91,70	91,80	92,20	92,40	93,80	93,80
MO	86,60	86,20	90,30	90,40	92,80	93,50
Nt	1,61	1,68	2,00	1,98	1,39	1,25
N-FAD, %Nt	14,90	7,70	21,50	23,70	20,90	33,60
FND	40,40	42,90	51,10	54,50	53,10	55,50
FAD	26,10	25,50	37,70	37,70	31,80	32,00
LAD	6,10	4,80	10,00	9,30	7,30	7,30
Celulosa	20,00	20,70	27,70	28,40	21,50	24,70
Hemicelulosa	14,30	17,40	13,40	16,80	21,30	23,50
SDN	59,60	57,10	48,90	45,50	46,90	44,50
DMS Pasto	68,80	71,90	58,80	63,50	56,00	64,10
DMO Pasto	67,70	71,60	56,20	60,50	53,20	62,00
DFND Pasto	48,20	44,90	42,20	46,70	40,60	41,60

Cebada: MS=88,0; Nt=2,66; DMSc=89,3; DMSo=92,3; DMOc=89,9; DMOo=92,3; DFNDc=71,3; DFNDo=73,3

Cebada + Urea: MS=87,5; Nt=3,16; DMSc=88,4; DMSo=89,4; DMOc=88,3; DMOo=90,4; DFNDc=73,0; DFNDo=72,6

Tabla IV
Ensayos en pastoreo: Ingesta (g materia orgánica/animal/día)

		IMO	
		Caprino	Ovino
Periodo 1	I Pasto	574±82,2	416±30,5
	I Pasto+Cebada	312±13,5	459±12,4
	I Pasto + Cebada + Urea	528±63,9	339±24,5
Periodo 2	I Pasto	767±75,2	894±178
	I Pasto + Cebada	1196±98,9	411±68,2
	I Pasto + Cebada + Urea	756±122	503±97,9
Periodo 3	I Pasto	858±29,2	665±48,3
	I Pasto + Cebada	609±49,7	547±32,0
	I Pasto + Cebada + Urea	445±45,2	716±149

IMO Cebada = 85,19

IMO Cebada + Urea + 84,56

Tabla V
 Ensayos en pastoreo: Valores de pH y NH₃ (mg/100 ml LR)

	pH		NH ₃	
	M ± EM	MAX.-MIN.	M ± EM	MAX.-MIN.
PERIODO 1				
CAPRINO				
Pasto	6,01±0,070	6,37-5,68	6,74±0,624	10,3-4,12
Pasto + Cebada	5,93±0,050	6,17-5,55	12,5±0,76	17,8-7,22
P. + Ceb. + Urea	5,74±0,076	6,20-5,49	11,6±1,00	18,1-5,27
Pasto	6,54±0,074	6,80-6,35	17,3±0,97	23,4-10,9
Pasto + Cebada	5,86±0,051	5,99-5,64	11,6±0,84	15,6-8,15
P. + Ceb. + Urea	5,83±0,061	6,20-5,61	11,8±0,82	18,1-8,47
PERIODO 2				
CAPRINO				
Pasto	6,72±0,125	7,56-6,17	17,9±1,65	31,9-7,21
Pasto + Cebada	6,59±0,017	6,98-6,26	21,7±0,92	26,1-15,6
P. + Ceb. + Urea	6,75±0,073	7,01-6,37	10,1±0,67	14,5-3,94
Pasto	6,18±0,070	6,36-5,92	16,5±1,58	22,8-8,12
Pasto + Cebada	6,43±0,121	7,05-6,01	16,6±0,85	21,5-11,2
P. + Ceb. + Urea	6,77±0,089	7,30-6,47	17,9±0,91	21,8-11,1
PERIODO 3				
CAPRINO				
Pasto	7,20±0,115	7,53-6,58	5,36±0,451	9,24-3,18
Pasto + Cebada	6,76±0,180	7,51-5,59	5,29±0,869	18,4-1,60
P. + Ceb. + Urea	6,44±0,171	7,13-5,62	6,04±0,871	16,3-1,06
Pasto	6,95±0,147	7,34-6,48	4,38±0,454	6,63-3,37
Pasto + Cebada	7,12±0,193	7,71-6,57	11,4 ±0,91	15,8-8,48
P. + Ceb. + Urea	6,63±0,137	6,83-6,08	9,93±0,808	15,1-7,22

ESTIMACION DE LA INGESTION VOLUNTARIA DE RUMIANTES EN PASTOREO A PARTIR DE LA PRODUCCION DE METANO

J.F. Aguilera y L. Pérez
Estación Experimental del Zaidín (CSIC)
Profesor Albareda, 1. 18008 Granada

A pesar del enorme progreso que se ha experimentado en los últimos años, la cuantificación del balance de nutrientes en el rumiante en pastoreo constituye un aspecto de la investigación científica relacionada con la producción animal no resuelto satisfactoriamente. Ello se debe en gran parte a la existencia de problemas de carácter metodológico, relativos tanto a la determinación del valor nutritivo del alimento disponible que es consumido (Holechek y col., 1982), como a la estimación de las necesidades nutritivas de los animales en esas condiciones y, en particular, de su gasto energético (Sahlu y col., 1988).

El parámetro más importante relacionado con el valor nutritivo del alimento es su ingestión voluntaria. Pues bien, los métodos usualmente utilizados en la medida de la ingestión de animales en pastoreo son bastante insatisfactorios. Se basan en la cuantificación de la excreción fecal, bien directamente, por medio del empleo de arneses, o indirectamente, a través del uso de marcadores (Kotb y Luckey, 1972; Van Soest, 1982), y en la medida de la digestibilidad del alimento consumido. Conocidos ambos parámetros, la ingesta se calcula como el cociente entre la excreción fecal y la fracción indigestible del alimento o de un determinado nutriente (Scales y col., 1974).

Dos son los principales problemas a resolver con estos métodos: Uno, la obtención de una muestra representativa del pasto consumido, bien mediante el empleo de animales fistulados, bien mediante corte directo del pasto, siguiendo técnicas de simulación. El segundo problema se refiere a la utilización de un marcador adecuado (Galyean y col., 1987). Las propuestas relativamente numerosas de nuevos marcadores son bastante reveladoras del grado de insatisfacción que produce el empleo de estas sustancias.

En un intento de escapar a esta situación proponemos la utilización de la medida de la producción de metano del animal en pastoreo como metodología alternativa a los procedimientos tradicionales para cuantificar la ingestión de ali-

mento. Ya en 1965 Blaxter y Clapperton relacionaron la ingesta de energía bruta, la digestibilidad del alimento y el nivel de alimentación con la producción total de metano. Con posteridad varios han sido los autores que han establecido ecuaciones similares dirigidas a estimar la producción de metano en animales estabulados (Neergaard, 1973; Murray y col., 1978; Moe y Tyrrell, 1979; Lindgreen, 1980; Whitelaw y col., 1984).

En ganado caprino alimentado con heno de alfalfa y cebada en proporciones relativas ampliamente variables y con niveles de ingestión situados entre 0,8 y 3 veces el correspondiente a mantenimiento, hemos establecido (Aguilera y Prieto, 1991) ecuaciones que permiten estimar la producción total de metano conocida la ingesta de energía bruta (IEB), energía digestible (IED) o materia orgánica digestible (IMOD):

$$\text{CH}_4(\text{kJ/día}) = -0,40 + 0,0656 \text{ IEB (kJ/día)}; r = 0,847; \text{RSD} = 289$$

$$\text{CH}_4(\text{kJ/día}) = 79,1 + 0,0975 \text{ IED (kJ/día)}; r = 0,876; \text{RSD} = 262$$

$$\text{CH}_4 (\text{l/día}) = 2,01 + 0,0468 \text{ IMOD (g/día)}; r = 0,876; \text{RSD} = 6,62$$

Incluso hemos establecido relaciones matemáticas entre la producción total de metano y la composición química y degradabilidad de los carbohidratos ingeridos. La mejor estimación de la producción de metano es la que se verifica a partir de la ingesta de las fracciones digestibles, determinadas in vitro, de los contenidos celulares (ICCD) y de la pared celular (IFNDD):

$$\text{CH}_4 (\text{l/día}) = 2,24 + 0,0299 \text{ ICCD (g/d)} + 0,0889 \text{ IFNDD (g/d)}; r = 0,773; \text{RSD} = 6,63$$

Los coeficientes de los términos independientes de esta ecuación indican, en concordancia con lo que cabría esperar desde un punto de vista teórico, que la fermentación de la fracción de paredes celulares origina metano en cantidades tres veces superiores a las derivadas de la degradación de los contenidos celulares, fracción en la que están representados los carbohidratos de fácil degradabilidad.

Lo que ahora pretendemos es utilizar estas ecuaciones de regresión en términos opuestos, es decir, usar la producción de metano como variable independiente para estimar la ingesta de nutrientes digestibles y especialmente la de materia orgánica digestible en pastoreo. Será necesario, mediante ensayos realizados con animales en estabulación, derivar ecuaciones específicas al tipo de raciones que previsiblemente serán consumidas por los animales en pastoreo en las condiciones ambientales, edáficas, etc. de nuestro entorno. A este respecto en nuestro departamento se ha obtenido una extensa información sobre la composición nutritiva y digestibilidad de recursos de las zonas desfavorecidas de nuestro entorno geográfico (Silva Colomer, 1987; Robles, 1990). Trabajos muy recientes, aún no publicados, nos han proporcionado datos sobre la ingestión voluntaria, uti-

lizando fibra mordantada con Cr₂O₃ (Uden y col., 1980) de este tipo de pastos, tanto en ovino como en caprino.

Con estos antecedentes, el problema a resolver es la determinación de la producción de metano del animal en campo. Murray, Bryant y Leng (1976, 1978) desarrollaron en Australia una técnica de dilución isotópica para estimar la producción de metano en el rumen de animales en pastoreo. La técnica permite la continua monitorización de la producción de metano y puede aplicarse a varios animales simultáneamente. Si se infunde metano marcado en el animal de modo que se mezcle homogéneamente con el metano en solución en el líquido ruminal, alcanzado el equilibrio, la radiactividad específica del metano en la fase gaseosa, que deriva directamente del pool en solución, es función del ritmo de producción de metano en el rumen. Este metano de procedencia ruminal es eliminado en su práctica totalidad por eructación. Sólo un 5% es absorbido y eliminado vía respiratoria. El metano formado en el tracto digestivo posterior, que supone hasta un 15% de la producción total, es mayoritariamente absorbido (90%) y eliminado vía pulmonar. Sólo un 10% de éste, lo que equivale hasta a un 1,5% de la producción total de metano, se elimina por flatulencia (Murray y col., 1978). Por tanto, siguiendo con la técnica de Murray y colaboradores (1976), la radiactividad específica en el gas espirado proporciona una medida muy próxima del ritmo y de la producción total de metano del animal.

En nuestros ensayos pretendemos utilizar como marcador del metano un isótopo estable del carbono C¹³, lo que complica la determinación porque la presencia relativa de los isótopos C¹³ y C¹² es claramente distinta en las plantas C₃ y C₄ y, en consecuencia, el nivel basal de abundancia isotópica variará en función de la proporción relativa en que aquellas plantas formen parte de la dieta y de sus degradabilidades relativas. En nuestro caso es esencial determinar con precisión la línea base de abundancia isotópica en el gas de fermentación.

La producción de metano en el rumen se calcula a partir de la cantidad de isótopo C¹³ infundida por unidad de tiempo (I) y del contenido en dicho isótopo del metano del gas muestreado:

$$\text{CH}_4(\text{ml/min})_{\text{Rumen}} = \frac{\mu\text{g C}^{13}/\text{min (I)}}{\mu\text{g C}^{13}/\text{ml CH}_4_{\text{Rumen}}}$$

La integración de valores procedentes de diversos muestreos llevados a cabo a lo largo de un periodo de tiempo proporciona la cifra de producción total de metano en dicho periodo.

Como el metano marcado se infunde sólo en el rumen todo el metano marcado que aparece en el gas espirado procede del rumen y el metano producido en el tracto digestivo posterior que es espirado diluye el contenido en C¹³ en el gas muestreado. En este caso:

$$\text{CH}_4 \text{ (ml/min) Espirado} = \frac{\mu\text{g C}^{13}/\text{min (I)}}{\mu\text{g C}^{13}/\text{ml CH}_4 \text{ Espirado}}$$

El metano procedente del tracto posterior puede calcularse como diferencia:

$$\text{CH}_4 \text{ T.posterior (ml/min)} = \text{CH}_4 \text{ Espirado} - \text{CH}_4 \text{ Rumen}$$

lo que implica un ligero error puesto que una fracción de aproximadamente un 10% de éste se excreta a través del ano.

Proponemos el siguiente programa de trabajo:

1) Determinaremos en el laboratorio en cámaras de respirometría (Aguilera y Prieto, 1986) el balance energético de animales que consumen raciones de mediana o baja calidad: ricas en paredes celulares y de contenido moderado o bajo de nitrógeno, para así reflejar la composición nutritiva del alimento disponible en campo. Se utilizará un diseño factorial 3 (dietas) x 2 (niveles de alimentación, previsiblemente mantenimiento y *ad libitum* - 1,5-2 x mantenimiento-), con seis animales, cabras u ovejas adultas, canuladas en el rumen.

Se cuantificará individualmente la ingesta de nutrientes y energía; las pérdidas fecales, urinarias y en metano; y la producción total de calor.

2) Al término del periodo de medida del consumo de oxígeno y de la producción de anhídrido carbónico y de metano se prolongará el tiempo de estancia del animal en la cámara de respirometría y se utilizará la técnica de dilución isotópica de Murray y col. (1976) adaptada a C^{13}H_4 para la determinación de la formación de metano en rumen y producción total de metano. El metano marcado previamente disuelto en agua se infundirá en rumen de modo continuo mediante una jeringa metálica accionada por una bomba. El volumen de infusión y el grado de dilución en agua óptimos serán determinados previamente. También el tiempo de infusión necesario para alcanzar la meseta.

Se recogerán muestras del gas espirado y del gas del rumen mediante jeringas herméticas conectadas a tubos de muestreo, cuyo extremo distal se situará uno en la región buco-nasal y otro en la región dorsal del rumen, en la zona ocupada por la fase gaseosa. La abundancia isotópica se estimará para intervalos de una hora. También, mediante jeringas herméticas, se tomarán muestras alícuotas del gas que abandona las cámaras para determinar en él su abundancia isotópica.

Se determinará la producción de metano total y en rumen; el producido en tracto digestivo posterior, por diferencia. Se contrastarán las cifras de producción total de metano obtenidas según las técnicas respirométrica y de dilución isotópica. El grado de concordancia será índice de la fiabilidad de las determinaciones basadas en la dilución isotópica.

Se relacionará la producción de metano con la ingesta de nutrientes. Consideraremos la producción total, en rumen y en tracto posterior. Estas dos últimas, simultáneamente. Habremos obtenido de esta manera en el laboratorio ecuaciones específicas, puesto que derivan del empleo de raciones cuya composición oscila en un rango estrecho, para estimar la ingesta de nutrientes conocida la producción de metano, que podremos aplicar a animales en pastoreo. Estos tendrán que portar en arneses apropiados los sistemas de infusión y de toma de muestras. El manejo de los animales puede ser uno de los problemas más arduos de resolver, para no interferir excesivamente en sus hábitos de pastoreo.

La utilización de un marcador no isotópico simplificaría la metodología, por ello proponemos el desarrollo paralelo de una técnica de dilución no isotópica y detección cromatográfica ideada en nuestro laboratorio, para cuantificar la formación de metano de pequeños rumiantes.

Por otro lado, en el rumiante la desaparición del material ingerido de su tracto digestivo es el resultado de dos procesos: digestión y tránsito. Ambos procesos compiten, de modo que la fracción del alimento ingerido que escapa a la degradación ruminal es directamente proporcional al ritmo de paso y está relacionada inversamente con el ritmo de digestión en dicho compartimento (Broderick, 1978; Van Soest, 1982). La determinación de ambos ritmos resulta esencial no sólo para cuantificar la fracción del alimento que es degradada en el rumen, sino también para estimar la ingesta con la que ambas constantes están positivamente relacionadas. En los estudios de cinética ruminal la cuantificación de la formación de metano puede ser de gran utilidad. Para dietas de una determinada composición nutritiva las formaciones relativas de metano en rumen y tracto posterior del digestivo deben ser función del ritmo de paso, por lo que hipotéticamente sería posible estimar la ingesta de nutrientes con mayor precisión a partir de las producciones de metano en rumen y tracto posterior en una ecuación polinómica que a partir de la producción total.

La incubación in vitro de líquido ruminal puede proporcionar una medida de los ritmos de producción de metano y AGV. Proponemos seguir para ello una modificación de la llamada técnica de extrapolación a tiempo cero de Hungate (1966), que proporciona medidas del ritmo de fermentación existente en el rumen en el momento del muestreo: Se incuba in vitro una muestra representativa del contenido ruminal y se realizan determinaciones paralelas de metano y de ácidos grasos volátiles (AGV) a tiempos específicos y hasta seis horas después del muestreo. Las cantidades producidas por hora disminuyen a medida que el sustrato se agota y se acumulan los productos finales de la fermentación. La extrapolación de las cantidades producidas por hora a tiempo cero, es decir, al tiempo de toma de la muestra de contenido ruminal, proporciona una estimación del ritmo de producción de metano o de AGV. Muestras representativas de contenido ruminal tomadas del rumen a distintos tiempos a lo largo de un periodo proporcionan datos sobre los cambios en los ritmos de fermentación durante dicho periodo. Esta técnica permitirá conocer la relación molar AGV totales/Metano y, por lo tanto, la producción total de AGV, dado que serán deter-

minadas, como vimos anteriormente, las producciones absolutas de metano en rumen y en tracto posterior:

$$\text{Producción total de AGV} = (a) \times \frac{\text{AGV}_{\text{in vitro/t}}}{\text{CH}_4 \text{ in vitro/t}}$$

$$\text{Producción total de AGV en rumen} = (b) \times \frac{\text{AGV}_{\text{in vitro/t}}}{\text{CH}_4 \text{ in vitro/t}}$$

donde (a) es la producción total de metano; (b) es la producción de metano en rumen; AGV in vitro/t y CH₄ in vitro/t representan los ritmos medios de producción (μmol/minuto) de AGV y CH₄ calculados por extrapolación a tiempo cero de los datos derivados de la incubación del contenido ruminal.

Conocida la producción total de AGV se pueden calcular: i) La formación teórica de metano según Wolin (1960) y relacionar la diferencia frente al metano total, determinado experimentalmente, con la síntesis de microorganismos: Metano total (moles) = 1/2 [Acético (moles) + butirico (moles) - Propiónico (moles)/2]; ii) El balance estequiométrico de la fermentación ruminal (Baldwin, Lucas y Cabrera, 1970). Se puede así relacionar el balance de la fermentación ruminal con el balance energético obtenido en los ensayos en cámaras de respirometría.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, J.F., PRIETO, C. 1986. *Archiv. Tierernährung.* 36,1009-1018.
- AGUILERA, J.F., PRIETO, C. 1991. *Arch. Anim. Nutr.* 41, 77-84.
- BALDWIN, R.L., LUCAS, H.L., CABRERA, R. 1969. En: *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant.* (A.T. Phillipson, ed). 319-334
- BLAXTER, K.L., KLAPPERTON, J.L. 1965. *Br. J. Nutr.* 19, 511-522.
- BRODERICK, G.A. 1978. *J. Nutr.* 108, 181-190.
- GALYEAN, M.L., KRYSL, L.J., ESTELLE, R.E. 1987. En: *Feed intake by beef cattle* (F.N. Owens, ed). Oklahoma State University. 96-113
- HOLECHEK, L., VAVRA, M., PIEPER, R.D. 1982. *J. Anim. Sci.* 54, 363-376.
- HUNGATE, R.E. 1966. *The rumen and its Microbes.* Ed. Academic Press, Inc. New York.
- KOTB, A.R., LUCKEY, T.D. 1972, *Nutr. Abs. Rew.* 42, 813-845.
- LINDGREEN, E. 1980. *Skattning av energiförsluster i metan och urin hos idisslare.* Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition. Report 47.
- MOE, P.W., TYRRELL, F. 1979. *J. Dairy Sci.* 62,1583-1586.
- MURRAY, R.M., BRYANT, A.M., LENG, R.A. 1976. *Br. J. Nutr.* 36, 1-4.
- MURRAY, R.M., BRYANT, A.M., LENG, R.A. 1978. *Br. J. Nutr.* 39, 337-345.

NEERGAARD, L. 1973. Proc. 6th Symp. on Energy Metabolism. Hohenheim. EAAP Publ. n° 14,103-106.

ROBLES, A.B. 1990. Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agroecosistema semiárido del sureste ibérico. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Univ. Granada.

SAHLU, T., JUNG, H.G., NIENABER, J.A., MORRIS, J.G. 1988. J. Anim. Sci. 66, 2036-2043.

SCALES, G.H., STREETER, C.L., DENHAM, A.H., WARD, G.M. 1974. J. Anim. Sci. 38, 192-199.

SILVA COLOMER, J. 1987. Evaluación de los recursos alimenticios de la zona semiárida del proyecto LUCDEME en ganado caprino. Tesis Doctoral. ETSIA. Univ. Córdoba

UDEN, P., COLUCCI, P.E., VAN SOEST, P.J. 1980. J. Sci. Food Agric. 31, 625-632.

VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O&B. Books, Inc. Corvallis, Estados Unidos de Norte América.

WHITELAW, F.G., EADIE, J., M., BRUCE, L.A., SHAND, W.J. 1984. Br. J. Nutr. 52, 261-275.

WOLIN, M.J. 1960. J. Dairy Sci. 43, 1452-1459.

PAPEL DE LA OSMOLALIDAD EN LA REGULACION FISIOLOGICA DE LA INGESTION

Juan Pablo Barrio Lera.
Depto. Fisiología, Farmacología y Toxicología.
Universidad de León

INTRODUCCION

Esta comunicación pretende dar a conocer nuestras últimas aportaciones al gran tema del control de la ingestión de alimento por los rumiantes, y al mismo tiempo presentar ideas dentro de la controversia actual relativa al papel de la osmolalidad en el esquema general de la regulación de la ingestión voluntaria.

El objetivo último de nuestro trabajo, en la línea de otros muchos autores, es el de lograr una comprensión de los factores que influyen en la conducta ingestiva de la oveja, y por extensión, los rumiantes, y llegar a dilucidar cuáles son los mecanismos de control que determinan la necesidad de alimentarse y el estado de saciedad una vez que la comida ha concluido. En una primera parte se presentarán una serie de cuestiones acerca de la obtención de datos relativos a la ingestión y el contenido del rumen, y también de cómo alterar el sistema ruminal para obtener información acerca de los controles sobre la ingestión. Las observaciones que serán referidas a continuación fueron efectuadas en el Departamento de Fisiología Animal y Nutrición de la Universidad de Leeds, bajo la coordinación del Prof. Michael Forbes, sobre ovejas mantenidas en jaulas individuales a las que se ofrecía diariamente *ad libitum* alimento en forma de granulados de una mezcla de hierba y cereales suplementada con vitaminas y oligoelementos, que recibía el nombre comercial de KIEL.

MEDICIONES SOBRE LA INGESTION

¿Qué tipo de información hemos de manejar? Si hemos de estudiar la ingestión voluntaria, hemos de ser capaces de medir esa ingestión, ya sea de agua o de alimento. En el animalario del Departamento disponíamos de cuatro balanzas electrónicas que permitían registrar el peso del comedero y el bebedero de dos animales simultáneamente. Las características de estas balanzas eran su

escala de medida (hasta 4000 g), su precisión (de 0.1 g) y la posibilidad de ser conectadas a un ordenador personal a través de una salida serie estándar unidireccional. El ordenador utilizado (un IBM PC portátil) disponía de cuatro entradas serie conectadas a las respectivas salidas de las balanzas, con lo que podía registrarse simultáneamente la actividad ingestiva en las dos jaulas asignadas.

Se desarrolló un programa de control que registra secuencialmente la lectura de las balanzas activas y, para cada una de ellas, compara cada nueva lectura con las cuatro inmediatamente precedentes, de modo que se consideran tres posibilidades: 1) todos los datos son suficientemente parecidos, indicando que no hay actividad alguna del animal sobre el comedero; 2) los datos empiezan a ser diferentes, con lo que empieza a tener lugar una comida u otra actividad sobre el comedero; y 3) los datos ya no son diferentes, lo cual indica que la supuesta comida o actividad previa ha finalizado. El programa va grabando en disco un fichero de datos, que consta de una serie de filas de números que informan del número de balanza, tiempos inicial y final de cada actividad sobre el comedero, y pesos inicial y final del comedero correspondiente. Y aquí sobreviene un problema, que es el relativo a la actividad no ingestiva de los animales sobre los comederos, puesto que en ocasiones a un animal parecía gustarle reposar su cabeza sobre el comedero, dando el efecto de una comida "negativa", o bien se dedicaba a morder y elevar el comedero, originando una disminución falsa en la lectura de la balanza. La labor de discernir entre registros verdaderos y falsos de ingestión había de hacerse a posteriori llevando los ficheros de datos al ordenador general de la Universidad para su análisis

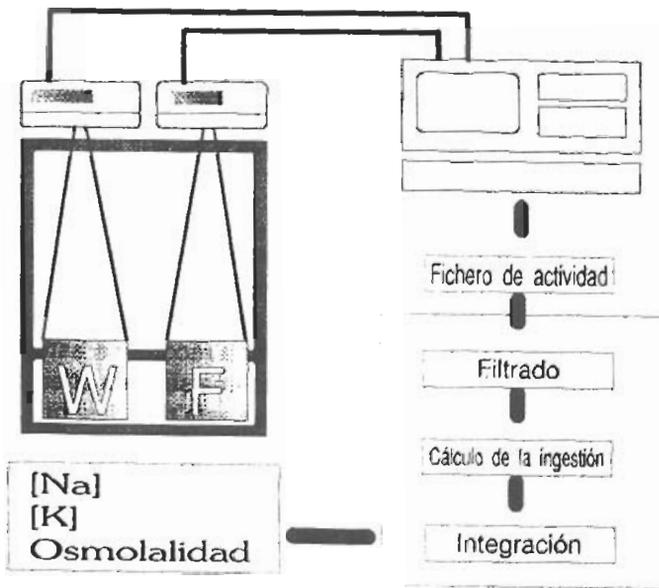


Fig. 1: Esquema de un dispositivo de registro automático de la ingestión de agua y alimento mediante ordenador y su integración con mediciones intrarruminales

Hasta aquí hemos descrito los medios de que se disponía para registrar automáticamente la ingestión. En una segunda parte de nuestro protocolo se medía la ingestión que tenía lugar en periodos sucesivos de 15 minutos, a partir de los ficheros de datos antes descritos. Este intervalo de tiempo se eligió por razones puramente logísticas, ya que no solamente se registraba la ingestión, sino que también se tomaban muestras de líquido ruminal cada 15 minutos.

COMPONENTES DEL LIQUIDO RUMINAL

Puede pensarse en el rumen como un amplio fermentador en el que está entrando continuamente alimento y líquido, y están saliendo continuamente microorganismos, productos de fermentación y materia no digerida. El animal trata de mantener una homeostasis ruminal, una constancia en ese medio interno particular del contenido ruminal. Los productos más importantes de la fermentación ruminal son los ácidos grasos de cadena corta, especialmente acetato y propionato. Estos ácidos desaparecen continuamente del rumen mediante el transporte transepitelial y su metabolismo. El descenso de pH que acarrea la producción de estos ácidos es contrarrestado por otra parte gracias a la enorme secreción salival inducida por la ingestión.

Dentro de la solución ruminal, el nivel total de partículas solubles, determinado por la osmolalidad del líquido ruminal, también varía con la alimentación. Por este motivo, esta propiedad puede estar regulada en el rumen, o bien puede en sí misma constituir un factor de regulación. La osmolalidad ruminal se sitúa normalmente en torno a los 250 mOsm/kg., pero puede aumentar hasta superar los 500 mOsm/ kg tras una comida rápida; sin embargo, en situaciones de alimentación *ad libitum*, las variaciones de osmolalidad son más lentas. El principal componente del líquido ruminal responsable del aumento de osmolalidad parece ser el potasio contenido en el alimento (Warner y Stacy, 1965). Además, la saliva aporta cantidades apreciables de sodio, siendo este ion absorbido activamente y reciclado de nuevo, evitándose en lo posible su pérdida renal.

De este modo hemos introducido en el escenario las tres variables que fueron medidas en nuestros experimentos: osmolalidad, niveles de sodio y niveles de potasio. Otros iones, como el cloruro, magnesio o calcio, aunque fisiológicamente importantes, tienen a priori un menor atractivo como factores involucrados en el control de la ingestión.

ALTERACIONES DEL SISTEMA DE CONTROL

La práctica usual a fin de obtener información sobre un mecanismo de control es inducir una perturbación sobre él y observar las consecuencias de esa perturbación sobre la variable controlada por dicho mecanismo. En nuestro caso, si alteramos el protocolo de alimentación de la oveja restringiéndolo a una sola comida por la mañana, podremos apreciar el efecto de esa comida sobre la osmolalidad analizando muestras sucesivas de rumen. La ingestión rápida (debido a que el animal estará hambriento desde el día anterior) induce un aumento en osmolalidad hasta un máximo que depende de la cantidad de alimento ingerida (Fig. 2). Sin embargo, si los animales están acostumbrados a ingerir alimento *ad libitum*, el perfil de osmolalidad es más bien estacionario.

Podemos también alterar artificialmente el contenido ruminal y ver los efectos sobre la ingestión. Me gustaría recordar a este respecto una serie de alteraciones de este tipo descritas en la literatura para finalizar con nuestras propias observaciones.

Los ácidos grasos de cadena corta son el principal combustible metabólico del rumiante. El acetato origina acetyl-CoA y el propionato puede formar glucosa por gluconeogénesis hepática. De hecho, casi toda la glucosa sanguínea en el rumiante tiene este origen, y en analogía con el papel de la glucosa en el control de la ingestión de alimento en monogástricos, se ha pensado en estos ácidos como factores de retroalimentación en la regulación de la ingestión en rumiantes.

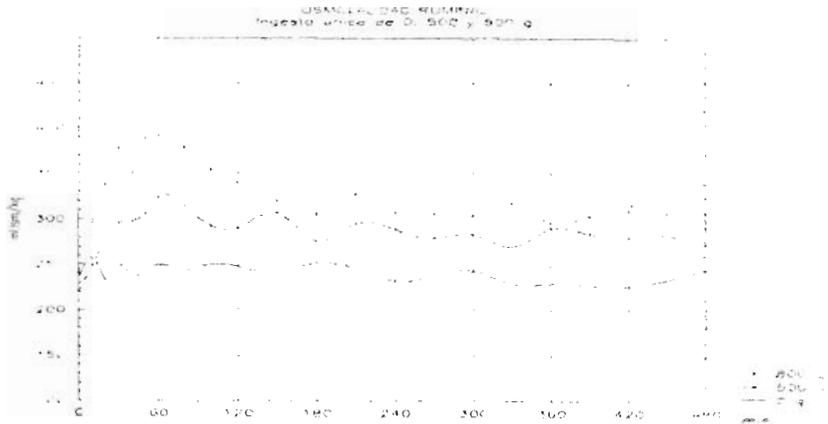


Fig. 2: Osmolalidad del líquido ruminal tras una única comida de 0,500 u 800 g. de una dieta granulada.

Desde hace más de 20 años se ha visto que los ácidos acético o propiónico inhiben la ingestión de alimento cuando son administrados en el rumen o en la vena porta hepática (Forbes, 1986). Estos ácidos han sido administrados bien como ácidos libres o como soluciones salinas, y ha habido mucho interés en los últimos años respecto a si el efecto de estos ácidos era debido al ácido en sí, o si el efecto pudiera ser atribuido al otro componente de la solución administrada, que normalmente ha sido el sodio, o finalmente si es la carga osmótica total del rumen incrementada por la administración de estas soluciones quien efectúa algún tipo de modulación sobre la ingestión (Fig. 3) (Grovm, 1987).

En relación a estas distintas posibilidades se ha afirmado que infusiones intrarruminales de NaCl o PEG son capaces de inhibir la ingestión de alimento. El efecto del NaCl parece ser menor no obstante que el del acetato sódico mol a mol, y el efecto del PEG no está del todo claro a la vista de los protocolos utilizados. Sólo han aparecido algunas indicaciones de que los iones potasio afecten a la ingestión (Kato y cols., 1979), y en ellas este ion parece comportarse de modo similar al sodio.

Efectos "químicos" sobre la ingestión:



Fig. 3: Posibles efectos químicos sobre la ingestión voluntaria en rumiantes.

sed del hipotálamo en respuesta a un déficit de agua podrían deberse al aumento en la concentración de iones sodio (pensemos que el sodio es el principal catión presente en plasma, y la hemoconcentración producirá inevitablemente un aumento del sodio plasmático). No obstante, también pueden existir osmorreceptores que registren el movimiento del agua, esto es, un hipotético osmorreceptor localizado en una hipotética célula nerviosa podría detectar el cambio de volumen de la célula debido al paso del agua hacia el interior/ exterior de la célula en respuesta a una excesiva dilución/concentración del medio extracelular.

Datos de Harrison y cols. (1975) relativos al uso de infusiones de agua para alterar la fermentación ruminal, indican que la oveja presenta un mecanismo muy eficiente para absorber el exceso de agua a través de la pared del rumen, y que el flujo transruminal de agua puede actuar como un regulador eficaz de la presión osmótica ruminal.

¿Qué ocurre cuando el rumen se vuelve excesivamente hipertónico? Como ya hemos comentado, esta situación ha sido observada tras la alimentación, y conduce inevitablemente a un aumento en la osmolalidad sanguínea y aumento en el transporte de sodio desde el rumen al plasma (Stacy y Warner, 1966) (Fig. 4). También se ha señalado que no hay cambios en la absorción neta de sodio

INGESTION DE ALIMENTO VERSUS INGESTION DE AGUA

El contenido ruminal se puede alterar de una forma mucho más normal que administrando soluciones salinas, y es simplemente administrando agua, o bien controlando la ingestión de agua por los animales. La interacción de ingestión de agua e ingestión de alimento es algo que inexplicablemente no ha recibido demasiada atención (Forbes y Barrio, 1992).

Por lo que sabemos, los animales beben en respuesta a una excesiva carga iónica/osmótica en la sangre, tal y como registran osmorreceptores localizados a nivel hipotalámico. El estímulo específico para excitar estos receptores no está claro, pero las señales que alcanzan el centro de la

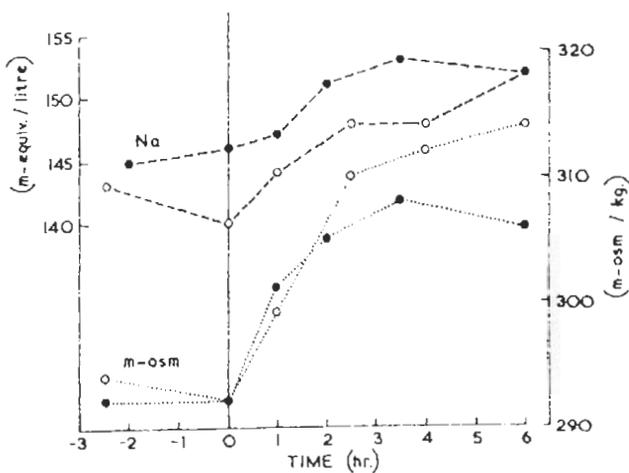


Fig. 4: Cambios en osmolalidad y contenido en sodio en plasma de dos ovejas antes y después de una comida (Stacy y Warner, 1966)

con diferentes dietas, pero que el aumento de osmolalidad ruminal induce el influjo de agua desde la sangre (Gaebel y cols., 1987). Se postula que pudieran existir osmorreceptores en el epitelio ruminal que respondieran al movimiento de agua o al transporte de sodio (Grovm, 1990), pero por otra parte hasta la fecha no se ha encontrado actividad eléctrica en el epitelio ruminal en respuesta a cargas iónicas dentro de los límites fisiológicos (J. M. Forbes, comunicación personal).

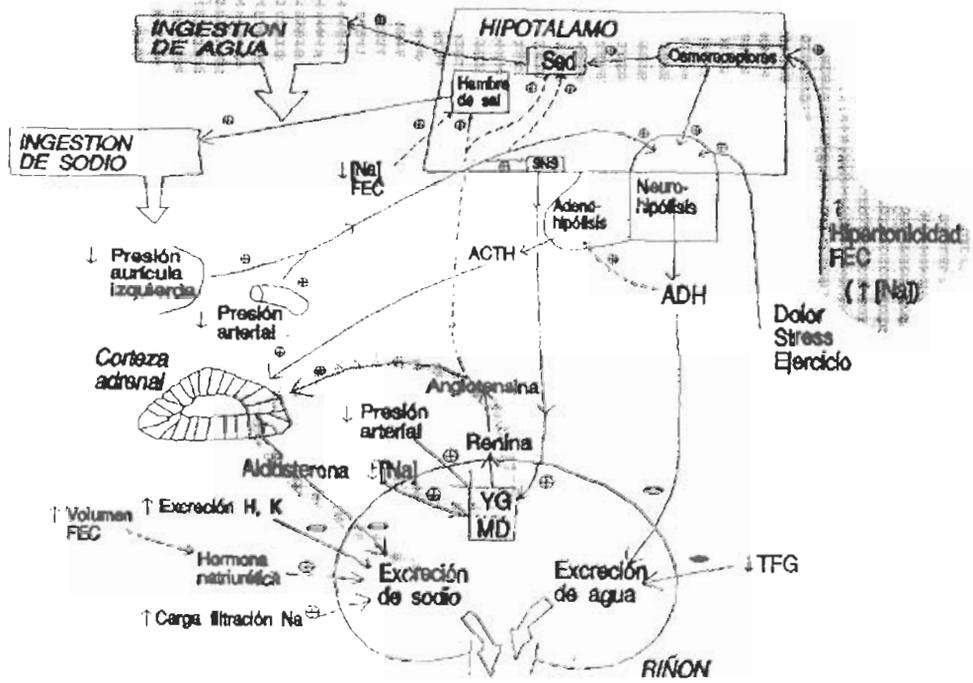


Fig. 5: Mapa de efectos fisiológicos de los cambios en osmolalidad y niveles de sodio en plasma sobre la ingestión de agua, presión sanguínea y excreción renal. Se resaltan las vías conducentes a la conservación de agua y aumento de la sed tras hemoconcentración, y disminución de la excreción de sodio al bajar sus niveles en plasma.

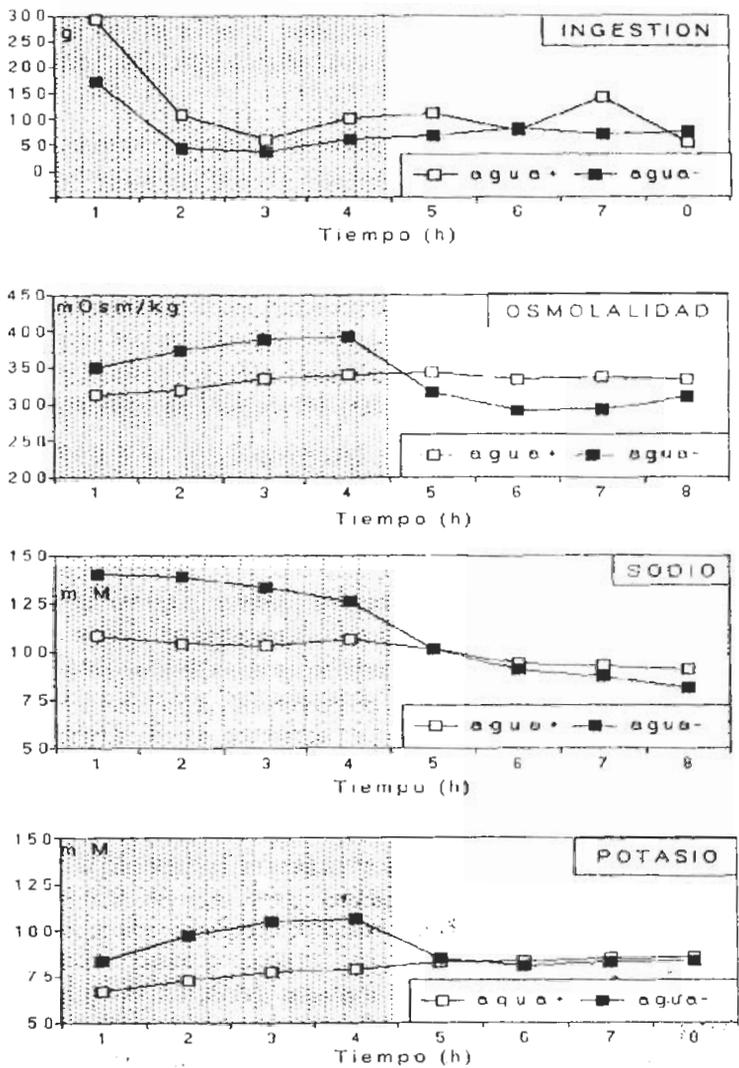


Fig. 6: Influencia de la restricción o libertad de acceso al agua de bebida sobre los niveles medios de ingestión de alimento, y osmolalidad, sodio y potasio ruminales a lo largo de 8 horas. La zona sombreada corresponde a la infusión de NaCl, KCl o PEG-400.

Dado el aumento en osmolalidad plasmática subsiguiente a la ingestión de alimento, podrían surgir respuestas hormonales a través de los osmorreceptores hipotalámicos, respuestas tendentes a elevar el consumo de agua a fin de diluir en primer lugar el contenido ruminal (y por consiguiente la sangre), y en el mismo sentido a inhibir la eliminación de agua a nivel renal (Fig. 5).

En apoyo de estas ideas, recientemente se ha hablado de una cierta inhibición de la ingestión de alimento tras la inyección intraperitoneal de vasopresina, responsable como sabemos de la conservación de agua al estimular su reabsorción desde los túbulos colectores de las nefronas (Meyer y cols., 1989). Además, existen datos referentes a la liberación de vasopresina en sangre tras la ingestión de alimento en ovejas (Stacy y Brook, 1965). De este modo, si la osmolalidad ruminal y plasmática aumentan tras una comida, estos y otros mecanismos serían activados: se liberaría hormona antidiurética, contribuyendo así al mantenimiento de los fluidos por excreción de una orina concentrada, y se tendería a aumentar la ingestión de agua por estimulación del centro de la sed ¿Podría resultar que otro de éstos efectos fuese la disminución de la ingestión de alimento?

NUESTRAS OBSERVACIONES

De lo referido anteriormente parece que es concebible que si se alteran las condiciones osmóticas del rumen podrán alterarse asimismo la conducta dípica y alimentaria del animal. En nuestros experimentos realizamos infusiones de 1 L de NaCl 1 M en cuatro horas, por consiguiente a una velocidad próxima a 4 ml/min, permitiendo en unos casos a los animales beber a voluntad, e impidiendo el acceso al agua de bebida durante las cuatro horas de infusión en otros casos (Figs. 6, 7). En todas las ocasiones la alimentación se realizó *ad libitum*. Cuando los animales bebían a voluntad, los niveles de sodio en rumen aumentaban conforme tenía lugar la infusión, y la ingestión de agua era superior a la de animales control sin infusión. Si los animales no podían beber durante la infusión, los niveles de sodio aumentaban mucho más rápidamente y tan pronto como el animal tenía acceso al agua ingería varios litros en cuestión de minutos. La ingestión de alimento se inhibía en estas condiciones durante la infusión, pero se reanudaba poco después de la ingestión de agua. Como consecuencia de este beber, la osmolalidad ruminal había descendido de forma notable (Barrio, Bapat y Forbes, 1990).

También se realizaron pruebas administrando KCl en las mismas condiciones. El comportamiento de los animales fue similar. En ningún caso la infusión de sales a 4 ml/min se ha visto que inhiba por sí misma la ingestión de alimento. En su lugar, ha sido la ingestión de agua quien se ha visto incrementada.

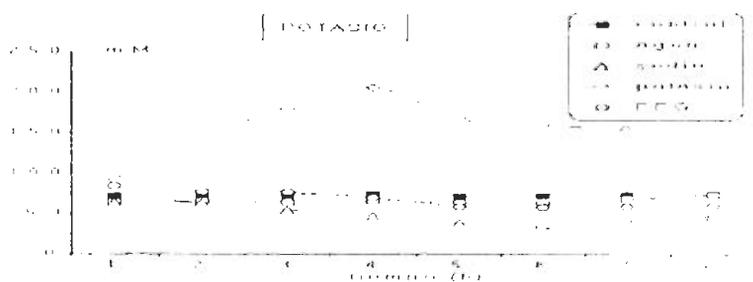
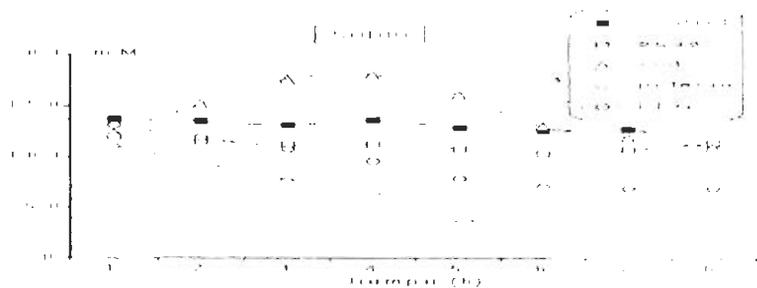
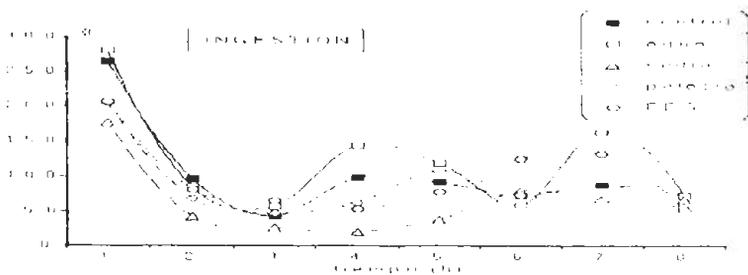
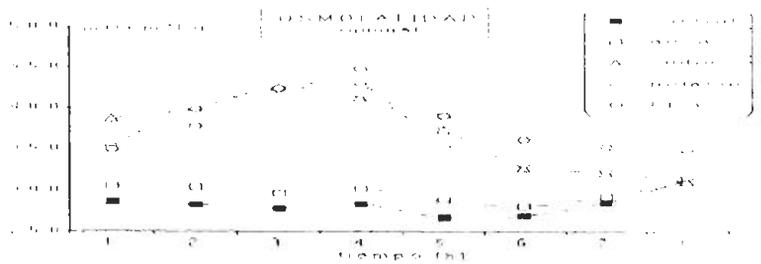


Fig. 7: Efecto de la infusión intrarruminal de NaCl 1M, KCl 1M, PEG-400 28% p/v y agua sobre la ingestión de alimento, osmolalidad ruminal y concentraciones de sodio y potasio ruminales a lo largo de 8 horas. Las infusiones se realizaron durante las 4 primeras horas. Cada punto es la media de 5 animales

Sin embargo, estas pruebas no discriminan si es el exceso de iones administrado o bien la carga osmótica asociada a ellos quien en última instancia explica estos efectos. La carga osmótica puede probarse en ausencia de efectos iónicos si empleamos un agente inerte hidrosoluble tal como el polietilenglicol. Se han publicado datos relativos a una inhibición de la ingestión de alimento por infusión intrarruminal de PEG 3000 (o sea, una solución de PEG con moléculas de un tamaño medio cercano a 3000 dalton) (Kato et al., 1979), y nosotros probamos el comportamiento de un animal frente a PEG 3000, observando una ausencia de efectos apreciables. No obstante, nos dimos cuenta de que el peso molecular medio en la solución de PEG debe ser mucho menor de 3000 para que exista actividad osmótica. Una solución de PEG 400 al 28% proporcionaba la misma osmolalidad, determinada experimentalmente, que las soluciones de NaCl y KCl que habíamos utilizado anteriormente. La infusión intrarruminal de PEG 400 al 28% en las mismas condiciones no mostró diferencias significativas en la ingestión de alimento, pero sí en cambio grandes aumentos en la ingestión de agua.

Otros autores (Carter y Grovum, 1990) han encontrado efectos inhibidores del PEG y NaCl sobre la ingestión (pero restringiendo el acceso al agua de bebida) cuando se administraron en el rumen, pero no en el abomaso, a pesar de que la osmolalidad plasmática aumentase de forma similar. Esto podría apoyar la idea de que existen realmente osmorreceptores en la pared ruminal. Pero por otra parte no hay confirmación de que existan señales nerviosas que surjan de la pared ruminal tras su exposición directa a sales, de forma que las supuestas señales activas deberían estar presentes en sangre. Esto sería el caso si suponemos un arrastre osmótico de agua desde sangre a rumen, y la concentración de sodio sería la que aumentase en sangre en todo caso, ya fuera directamente (debido a administración intrarruminal de sales de sodio) o bien indirectamente (debido al transporte de agua al rumen en el caso de infusión de PEG). El aumento de osmolalidad plasmática se reflejaría sobre todo a nivel de vena ruminal y porta hepática, por su conexión más directa con el rumen que el resto de la circulación. Hasta la fecha no ha habido estudios dirigidos a comprobar esta hipótesis. El hígado podría tener un papel en la detección de los cambios en osmolalidad plasmática originados en el rumen, ya que, al menos en monogástricos, se ha demostrado la presencia de receptores en ese órgano que descargan ante aumentos de sodio o de presión oncótica; además, diversos trabajos del grupo de Forbes en Leeds apuntan a la detección del propionato en el hígado, al suprimirse el efecto inhibitor del propionato inyectado en vena ruminal cuando se denervaba el hígado (Anil y Forbes, 1980; Adams y Forbes, 1981).

Nuestras observaciones sobre el efecto de la osmolalidad sobre la ingestión restringiendo o no el agua de bebida durante las infusiones intrarruminales (Fig. 6) sugieren que los efectos negativos de la osmolalidad (ya sean como NaCl, KCl o PEG) sobre la ingestión de alimento, pueden haberse debido a la retirada del agua de bebida durante los períodos experimentales y no a un aumento de osmolalidad a consecuencia de las infusiones. Bajo este punto de vista la osmolalidad influiría de forma indirecta sobre la ingestión de alimento al influir de forma directa sobre la ingestión de agua.

De todas formas el cuadro real es mucho más complejo, ya que idealmente deberíamos tener en cuenta la velocidad de transferencia de iones de un lado a otro de la pared ruminal, los flujos transepiteliales de agua, tanto en el estado normal como en las distintas condiciones experimentales, los cambios en osmolalidad plasmática pre- y post-hepática, etc.

RECAPITULACION

Para terminar, empezamos a pensar que existe un juego de influencias entre los sistemas de control de la ingestión de alimento y de la ingestión de agua, por medio de las cuales un aumento en tonicidad estimula primariamente la ingestión de agua y, como efecto secundario, inhibe la ingestión de alimento a fin de impedir nuevos aumentos y permitir la disminución de la osmolalidad. sólo cuando la osmolalidad sanguínea o ruminal es lo suficientemente baja podría la ingestión continuar. No está claro si el rumen es capaz de registrar los cambios en la osmolalidad de su medio líquido, o si por el contrario es en definitiva la variación iónica en la sangre quien despertaría las respuestas oportunas a nivel hepático y/ o en centros nerviosos superiores.

REFERENCIAS:

ADAMS GB Y FORBES JM (1981). Additivity of effects of ruminal acetate and either portal propionate or rumen distension on food intake in sheep. Proc. Nutr. Soc. 40, 44A.

ANIL MH Y FORBES JM (1980). Feeding in sheep during intraportal infusions of short-chain fatty acids and the effect of liver denervation. J. Physiol. 298, 407-414.

BARRIO JP, BAPAT ST Y FORBES JM (1991) The effect of drinking water on food-intake responses to manipulations of rumen osmolality in sheep. Proc. Nutr. Soc. 50, 98A.

CARTER RR Y GROVUM WL (1990) Factors affecting the voluntary intake of food by sheep. 5. The inhibitory effect of hipertonicity in the rumen. Br. J. Nutr. 64, 285-299.

FORBES JM. (1986) The voluntary food intake of farm animals. London: Butterworths.

FORBES JM Y BARRIO JP (1992) Abdominal chemo- and mechanosensitivity in ruminants and its role in the control of food intake. Exp. Physiol. (en prensa).

GAEBEL G, MARTENS H, SUENDERMANN M Y GALFI P (1987) The effect of diet, intraruminal pH and osmolarity on sodium, chloride and maynesium absorption from the temporarily isolated and washed reticulo-rumen of sheep. Q. J. Exp. Physiol. 72, 501-511.

GROVUM WL (1987) A new look at what is controlling food intake. En "Symposium Proceedings: Feed Intake by Beef Cattle" (FN Owens, ed.) Animal Science Dept. Oklahoma State University. Stillwagr, Oklahoma.

HARRISON DG, BEEVER DE, THOMSON DJ Y OSBOURN DF (1975) Manipulation of rumen fermentation in sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. *J. Agric Sci., Camb.* 85, 93-101.

KATO S, SASAKI Y Y TSUDA T (1979) Food intake and rumen osmolality in sheep. *Annales de Recherches Vétérinaires* 10, 229-230.

MEYER AH, LANGHANS W Y SCHARRER E (1989) Vasopressin reduces food intake in goats. *Q. J. Exp. Physiol.* 74, 465-473.

STACY BD Y BROOK AH (1965) Antidiuretic hormone activity in sheep after feeding. *Q. J. Exp. Physiol.* 50, 65-78.

STACY BD Y WARNER ACI (1966) Balances of water and sodium in the rumen during feeding: osmotic stimulation of sodium absorption in the sheep. *Q. J. Exp. Physiol.* 51, 79-93.

WARNER ACI Y STACY BD (1965) Solutes in the rumen of the sheep. *Q. J. Exp. Physiol.* 50, 169-184.

ESTIMACIONES DE LA PRODUCCION DE CALOR Y DEL GASTO ENERGETICO DE LA LOCOMOCION DEL GANADO CAPRINO EN PASTOREO

C. Prieto, M. Lachica, A. Gómez, F.G. Barroso, L. Pérez y J.F. Aguilera
Estación Experimental del Zaidín (CSIC)
Profesor Albareda, 1. 18008 Granada

EXPERIMENTOS CON BICARBONATO MARCADO

El método del bicarbonato marcado ("CO₂-entry rate", CERT; Young y col., 1967) es una técnica de dilución isotópica que permite la estimación directa de la producción de CO₂ y, por tanto, de la producción de calor, en animales no confinados en cámaras de respirometría, de aquí el interés que despierta últimamente su aplicación en estudios de pastoreo (Prieto, 1991).

A fin de contrastar la bondad de este método, se realizaron dos ensayos preliminares con dos cabras de raza "Granadina" (PV 40 kg), que fueron alimentadas con heno de alfalfa granulado (7,18 MJ EM/kg MS) a un nivel de 0,8 x M. Los animales fueron adaptados previamente a las condiciones experimentales. El día previo a los ensayos, se procedió a la inserción de catéteres en vena yugular externa, vena cava y glándula parótida.

En ambos ensayos, los animales recibieron su ración a las 19,00 h y las medidas isotópicas comenzaron al día siguiente a las 9,00 h. Mientras permanecían recluidos en el interior de la cámara respirométrica de confinamiento, durante períodos sucesivos de aproximadamente 30 minutos, se realizó una infusión continua en vena cava de ¹³CO₃HNa (11,46 mg C; 98,3% ¹³C) en solución salina estéril (0,075 mg ¹³C/ml), mediante una bomba peristáltica, a una velocidad media de 6,5 ml/h. Una vez comenzada la infusión, se recogieron muestras de diferentes compartimentos metabólicos ("pools") a intervalos regulares (1 h durante 16 h). El CO₂ de las muestras de sangre (yugular) y saliva fue procesado como CO₃Ba (Prieto y col., 1982). El aire espirado fue recogido en ampollas de vidrio de 250 ml. La razón isotópica ¹³C/¹²C fue analizada mediante espectrometría de masas (Finningan - MAT 251). Los datos se expre-

saron como átomos de $^{13}\text{C}(\%)$ en exceso (enriquecimiento isotópico, EI) sobre valores basales.

En los cálculos del flujo de CO_2 (F) se utilizó la expresión generalmente aceptada para las técnicas de dilución isotópica. Una vez alcanzado el equilibrio isotópico, tras la infusión continua:

$$F \text{ (moles/h)} = \frac{\text{velocidad de infusión (moles/h)} \times \text{EI}}{\text{EI del "pool"}}$$

En el aire espirado y en la saliva, las condiciones de equilibrio isotópico se alcanzaron a las 8-10 h. La recuperación del ^{13}C infundido en el CO_2 espirado fue del 82,5%. En el caso de la sangre, se apreció una gran variabilidad entre muestras (Fig. 1). Esto no es de extrañar, puesto que la sangre constituye el "pool" primario y refleja con prontitud cambios de flujo a corto plazo, a diferencia de los demás "pools" muestreados, que proporcionan realmente datos integrados de un periodo de tiempo mucho más largo. Esta gran variabilidad invalida a la sangre como "pool" adecuado para este tipo de estudios.

Cuando se relacionó, una vez alcanzando el equilibrio isotópico, la producción de CO_2 determinada directamente por respirometría (Y) con la estimada a partir de la saliva (X) por el método del bicarbonato marcado (CERT), se obtuvo la siguiente regresión lineal:

$$Y(\text{l/h}) = 3,993 + 1,178 X (\text{l/h}); r = 0,908; \text{RSD} = 0,849; n = 5 (\pm 3,629) (\pm 0,315)$$

A partir de esta ecuación, asumiendo un determinado cociente respiratorio (0,82 en nuestras condiciones experimentales, obtenido mediante medidas respirométricas), es posible estimar la producción de calor del ganado caprino.

Estos resultados preliminares parecen prometedores y nos animan a proseguir con estos estudios, para tratar de confirmar si el método del bicarbonato marcado es aplicable a condiciones reales de pastoreo.

EL GASTO ENERGETICO DE LA LOCOMOCION

La técnica más frecuentemente utilizada para estimar el gasto energético de los rumiantes en pastoreo es el método factorial, el cual se basa en la determinación calorimétrica del coste energético de diferentes actividades físicas de los animales. El gasto energético en condiciones de pastoreo se calcula por adición, en función de dichos costes y del tiempo dedicado por los animales a cada una de dichas actividades. Una parte importante del gasto energético del animal en pastoreo, aparte del relacionado con la actividad basal, se debe, fundamentalmente, al coste de la locomoción, que puede ser muy considerable en el caso de las zonas áridas y semiáridas, en las cuales los animales suelen caminar grandes distancias en búsqueda de alimento y agua. La contribución del resto de las activida-

des, a excepción de la ingestión de alimento, puede ser considerada como despreciable.

Aunque el coste energético de la locomoción está bien definido en ganado vacuno (Ribeiro y col., 1977; Lawrence y Stibbards, 1990) y ovino (Clapperton, 1964; Farrell y col., 1972; Brockway y Boyne, 1980), hasta la fecha no se han realizado estudios sistemáticos en caprino, a excepción de los trabajos de Taylor y col. (1974). Los datos publicados sugieren que existen diferencias interespecíficas en dicho coste como resultado de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y ambientales y, por lo tanto, las extrapolaciones de datos de otros rumiantes al caprino son más que cuestionables.

Ensayos respirométricos

En vista de los antecedentes anteriores, se procedió a determinar el coste energético de la locomoción del ganado caprino en nuestro laboratorio. A tal fin se construyó una cámara respirométrica de confinamiento, por ser este tipo de cámaras el más adecuado y preciso para determinar con rapidez el intercambio gaseoso de los animales recludos en su interior durante un corto periodo de tiempo. Se utilizaron 6 cabras adultas de raza "Granadina" ($PV=36\pm 0,9$ kg), que fueron alimentadas con heno de alfalfa granulado (7,3 MJ/kg MS) a nivel de mantenimiento. La producción de calor (PC) de cada animal se estimó mediante medidas de consumo de O_2 y de producción de CO_2 , de acuerdo con la ecuación propuesta por Brouwer (1965), mientras los animales permanecían en el interior de la cámara, de pie o caminando sobre un tapiz rodante (Beta BRB/P, Beta Bellarosa, Ilario Denza, Italia), a diferentes velocidades (0, 10, 20 y 30 m/min) y pendientes (-5,7°, -2,9°, 0°, +2,9° y 5,7°) (Aguilera y col., 1991). Se realizaron 3 réplicas por animal y tratamiento. El periodo de adaptación de los animales a las condiciones experimentales fue de unas 3 semanas. El protocolo experimental fue el siguiente: Los animales permanecían primero de pie sin desplazarse durante 25 minutos y luego caminaban durante otros 25. Las medidas de PC se efectuaron sólo durante los 15 últimos minutos de cada periodo.

El cociente respiratorio medio de todas las observaciones fue de $0,89\pm 0,006$ ($n = 266$). La PC media de los animales de pie y en reposo fue de 6931 (± 149) J/kg/h ($n = 49$), una cifra equivalente a 405 kJ/kg^{0.75} y día, similar a la encontrada previamente para caprino en mantenimiento en nuestro laboratorio (401 kJ/kg^{0.75} y día; Aguilera y col., 1990). Estos valores sugieren que los animales estaban bien adaptados al procedimiento experimental. Por otra parte, no hubo diferencias significativas en PC de pie en reposo entre los animales, con independencia de la velocidad o la pendiente considerados, lo que confirmó la inexistencia de efecto postural sobre la PC.

El coste energético del desplazamiento en horizontal se calculó mediante la siguiente regresión lineal:

$$PC \text{ (J/kg/h)} = 6842 + 3,34 D; r = 0,835; RSD = 1448; n = 91, \\ (\pm 194) (\pm 0,23)$$

donde D es la distancia recorrida (m).

A partir de esta ecuación se deduce que el coste energético de la locomoción en horizontal fue de 3,34 J/kg/m.

Los costes energéticos del desplazamiento en vertical, tanto en ascenso como en descenso, se calcularon mediante separación de los componentes horizontal (H,m) y vertical (V,m) del movimiento, de acuerdo con las siguientes regresiones múltiples:

- Pendientes positivas:

$$PC \text{ (J/kg/h)} = 6677 + 3,39 H + 30,5 V; r = 0,898; RSD = 1703; n = 179, \\ (\pm 206) (\pm 0,25) (\pm 3,02)$$

- Pendientes negativas:

$$PC \text{ (J/kg/h)} = 6851 + 3,21 H - 14,7 V; r = 0,755; RSD = 1480; n = 178, \\ (\pm 179) (\pm 0,22) (\pm 2,45)$$

El coste energético del ascenso es muy superior al del desplazamiento en horizontal, debido al trabajo que hay que realizar para vencer la fuerza gravitatoria. Por otra parte, se admite generalmente que durante el descenso se produce una recuperación de la energía potencial como energía cinética, de modo que este movimiento es relativamente poco costoso desde el punto de vista energético. A partir de las regresiones anteriores se deduce que el coste energético del ascenso fue de 30,5 J/kg/m y que la energía media recuperada durante el descenso fue de 14,7 J/kg/m. Este último valor es cuestionable y necesitaría ser reconsiderado. La eficiencia aparente del trabajo muscular, que puede definirse como la relación entre el trabajo mecánico realizado y la energía disipada en realizar dicho trabajo, fue del 32,2%.

En la **tabla 1** se presentan los costes energéticos de la locomoción publicados para diversas especies de rumiantes. En general, los costes del desplazamiento horizontal encontrados para el caprino son superiores a los de otras especies de rumiantes, mientras que los del movimiento ascendente están en el rango de valores publicados para el ovino, pero son superiores a los del bovino.

Extrapolación a condiciones de pastoreo

El estudio se llevó a cabo en la zona piloto "Los Pajares", de 130 ha, localizada en la cordillera de Los Filabres, en la provincia de Almería. El área es un pequeño valle con altitud media de 865 m.s.m. (rango: 735-1025 m.s.m.), precipitación anual media de 324 mm y temperaturas medias anuales que oscilan entre los 9 y los 23°C. El paisaje está constituido por sucesiones secundarias de plantas leñosas y herbáceas perennes, resultantes de la degradación de las comunidades nativas mediterráneas.

El rebaño experimental, compuesto por 72 cabezas de las razas "Granadina" y "Serrana", estuvo sometido a manejo de tipo semi-extensivo. Los animales salían a pastar temprano por la mañana y regresaban al atardecer al establo, donde pasaban la noche.

Se utilizó un método de observación directa (Prieto y col., 1991) para simular los desplazamientos del rebaño en sus recorridos habituales de pastoreo y para cuantificar otras actividades. El procedimiento consistía en el seguimiento a pie de una cabra representativa del rebaño durante un período de tiempo de 10 minutos y en la cuantificación de la distancia recorrida por la misma, mediante podómetros (Walkman, Walk and Jog Meter WJ-531, Yamax Corporation, Yokohama, Japón), y de sus desplazamientos en vertical mediante altímetros (Altiplus NI, Pretel, Francia). Una vez registrados estos parámetros, se procedía a muestrear la cabra más próxima al observador durante un período de tiempo equivalente, y así sucesivamente. El procedimiento se repitió durante dos días consecutivos en las cuatro estaciones del año.

El gasto energético de la locomoción se calculó en base a los datos de desplazamiento del rebaño en pastoreo y a los costes energéticos correspondientes, estimados previamente por calorimetría. Los resultados se extrapolaron a tiempo total de pastoreo y se expresaron en función de animales de peso vivo medio (**tabla 2**). Los gastos estimados oscilaron entre 73,6 y 37,7 kJ/kg^{0.75} y día en verano y otoño, respectivamente, siendo el valor medio anual de 47,7 kJ/kg^{0.75} y día. Asumiendo unas necesidades energéticas de mantenimiento de 401 kJ EM/kg^{0.75} y día (Aguilera y col., 1990), estos gastos representaron un incremento sobre el mantenimiento del 18,4 y 9,9%, respectivamente. El valor medio anual fue del 11,9%.

BIBLIOGRAFIA

AGUILERA, J.F., LACHICA, M. Y PRIETO, C. (1991). En: *Proc. 12th Symp. on Energy Metabolism of Farm Animals* (EAAP Publication No. 58), eds. C. Wenk y M. Boessinger, Kartause Ittingen: ETH-Zürich, pág. 425-428.

AGUILERA, J.F., PRIETO, C. Y FONOLLA, J. (1990). *Brit. J. Nutr.* 63, 165-175.

BROCKWAY, J.M. Y BOYNE, A.W. (1980). En: *Proc. 8th Symp. on Energy Metabolism* (EAAP Publication No. 26), ed. L.E. Mount, Butterworths, Londres y Boston, pág. 449-453.

BRODY, S. (1945). *Bioenergetics and Growth*. Nueva York: Reinhold.

BROUWER, E. (1965). En: *Energy Metabolism*, ed. K.L. Blaxter, Academic Press, Londres, pág. 441-443.

CLAPPERTON, J.L. (1964). *Brit. J. Nutr.* 18: 47-54.

FARRELL, D.J., LENG, R.A. Y CORBETT, J.L. (1972). *Aust. J. Agric. Res.* 23, 499-509

LAWRENCE, P.R. Y STIBBARDS, R.J. (1990). *Anim. Prod.* 50: 29-39.

PRIETO, C. (1991). *Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña*, ed. F.F. Bermúdez, C.S.I.C., Madrid, pág. 181-201.

PRIETO, C., LACHICA, M., GARCIA-BARROSO, F., AGUILERA, J.F. Y BOZA, J. (1991). En: *Proc. FAO Network of Cooperative Research on Sheep and Goat Nutrition*, Ostersund, Suecia.

PRIETO, C., MACRAE, J.C., BROCKWAY, J.M. Y LOBLEY, G.B. (1982): En *Proc. 9th Symp. on Energy Metabolism of Farm Animals*. (EAAP Publication No. 29), eds. E. Ekern y F. Sundstol, pág. 70-73.

RIBEIRO, J.M., BROCKWAY, J.M. Y WEBSTER, J.F. (1977). *Anim. Prod.* 25, 107-110.

TAYLOR, C.R., SHKOLNIK, A., DMI'EL, R., BAHARAV, D. Y BORUT, A. (1974). *Am. J. Physiol.* 277, 848-850.

YOUNG, B.A., LENG, R.A., WHITELAW, R.G., MCCLYMONT, G.L. Y CORBETT, J.L. (1967). En: *Proc. 4th Symp. on Energy Metabolism*, eds. K.L. Blaxter, K. Kielanowski y G. Thorbek, Newcastle upon Tyne, Oriol Press, pág. 435-436.

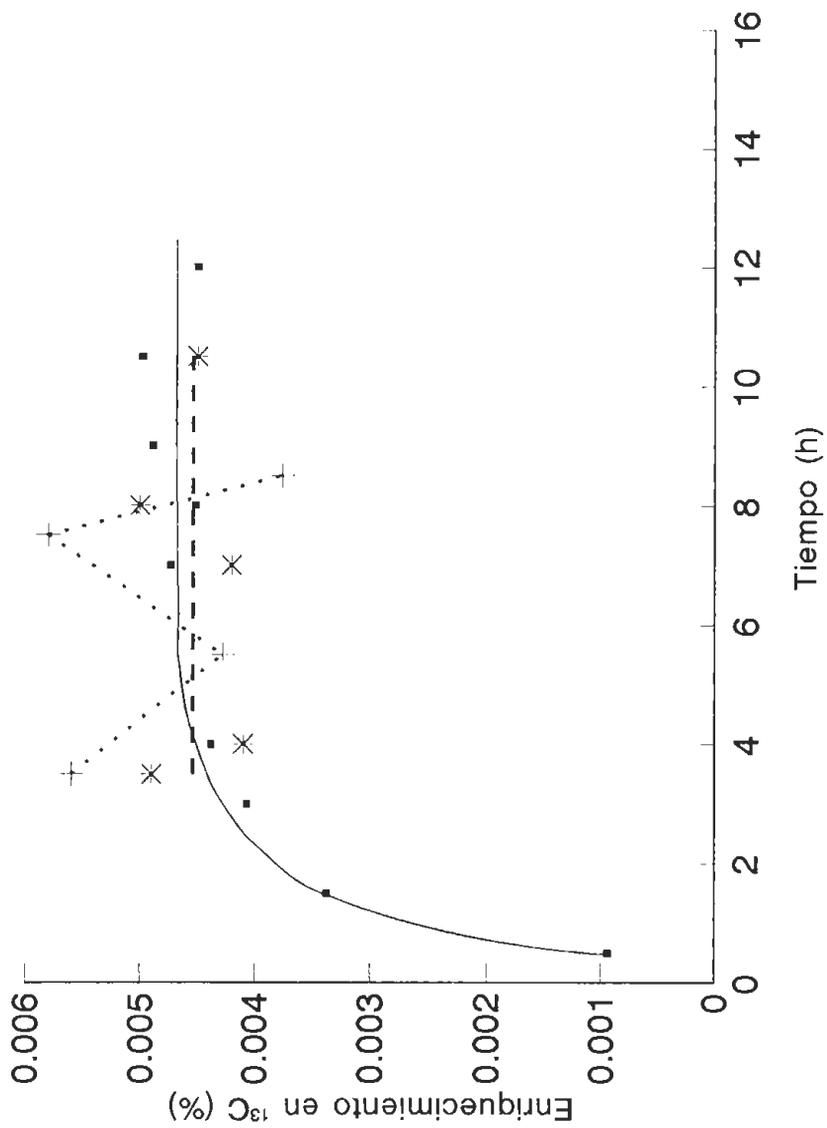


Fig. 1: Enriquecimiento isotópico en ^{13}C producido en muestras de sangre (+), saliva(*) y aire espirado (■) en ganado caprino tras una infusión intravenosa continua con $^{13}\text{CO}_3\text{HN}_a$.

Tabla 1
Estimaciones de los costes energéticos de la locomoción en diversas especies animales.

Animal,	Coste del desplazamiento (J/kg/m)			Referencia
	horizontal	vertical	Eficiencia (%)	
Vacuno	2,03	-	-	Brody (1945)
	2,09	26,51	36,9	Ribeiro y col. (1977)
	2,10	-	-	Lawrence y Stibbards (1990)
Ovino	2,47	26,99	36,3	Clapperton (1964)
	2,86	32,00	30,7	Farrell y col. (1972)
	2,30	32,70	30,0	Brockway y Boyne (1980)
Caprino	3,68	-	-	Taylor y col. (1974)
	3,34	30,52	32,2	Aguilera y col. (1991)

Tabla 2
El gasto energético de la locomoción del caprino en pastoreo en el área piloto Los Pajares (Benizalón, Almería) durante las diferentes estaciones del año.

Estación	Peso vivo medio (kg.)	Producción de calor (kJ/kg ^{0.75})	Incremento sobre el mantenimiento (%)*
Verano	45	73,6	18,4
Otoño	37	37,7	9,4
Invierno	35	40,0	10,0
Primavera	40	39,5	9,9
Media general (x+SE)	39±2,2	47,7±5,9	11,9±2,2

* EMm = 401 kJ/kg^{0.75} y día (Aguilera y col., 1990)

CONCLUSIONES

Como consecuencia de las reuniones, debates y exposiciones del II Seminario sobre investigación científica en el área temática de Nutrición de Rumiantes en Zonas Áridas y de Montaña y su relación con la Conservación del Medio Natural se concluyen los siguientes puntos:

1º Que la mayoría de las zonas de montaña y regiones semiáridas españolas, calificadas como “Zonas Desfavorecidas” por la CE, corresponden a áreas ecológicamente frágiles por razón de clima, relieve, suelo y estabilidad demográfica

2º Que cualquier cambio en los usos del suelo, como hoy obliga la PAC, constituye una fuente potencial de desorganización para estos agrobiosistemas de elevada heterogeneidad estructural, diversidad biológica y organización socioeconómica

3º Que toda actividad económica -y en particular la agraria- deberá garantizar la pervivencia de los procesos ecológicos esenciales, preservar la diversidad genética y asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies, procesos y sistemas naturales, apoyando actividades de carácter extensivo, agrosilvopastorales, que se caractericen por el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y equilibrio entre producción y conservación.

4º Que el análisis de la situación actual indica la necesidad de estudiar y reconstruir el “proceso histórico de degradación con el fin de buscar un pasado representativo de la “identidad perdida”.

5º Que los sistemas de producción de rumiantes (herbívoros) son un elemento básico para la recuperación y mantenimiento del medio natural y su definición una imperiosa necesidad.

6º Que para definir sistemas de producción debe tenerse en cuenta, además de sus características intrínsecas, al menos los tres aspectos siguientes:

- El componente social de su aplicación.
- El principio de complementariedad utilizando los recursos propios.
- La viabilidad económica no basada en una política de subvenciones.

El reconocimiento de esta problemática plantea la exigencia de:

- Profundizar en el conocimiento ecofisiológico, fenológico, genético, nutricional y de aceptabilidad de nuestra flora autóctona y su complementación con los cultivos forrajeros de carácter intensivo dentro de objetivos prioritarios de conservación del medio natural y ecodesarrollo.

- Valorar la potencialidad de nuestras razas ganaderas, sus interrelaciones con el entorno natural y socioeconómico en el que viven, en relación con el aprovechamiento sostenido de los recursos.

- Promover el desarrollo de proyectos y experiencias "piloto" que permitan una integración interdisciplinar de diferentes especialistas en temas de planificación ganadera y alternativas de uso agrosilvopastoral.

Ninguno de estos objetivos, orientados a la planificación y gestión de nuestros recursos naturales, puede llevarse a cabo con solidez sin el paralelo desarrollo de investigaciones metodológicas propias y estudios básicos sobre biología y ecología de los elementos animales y vegetales implicados en las interacciones pasto-herbívoro, la valoración nutritiva de los forrajes, análisis de genotipos, fisiología digestiva, requerimientos nutricionales y energéticos de los animales, comportamiento alimentario, etc.

Asimismo se constata:

- La necesidad de formalizar un proceso sistemático de información que incluya la adquisición de datos, protocolos de trabajo y tipología metodológica, de modo que puedan definirse sus límites de aplicación.

- La ausencia de una política científica sectorial que coordine, planifique y promueva iniciativas de investigación y desarrollo de carácter interdisciplinar, comprometidas con la búsqueda de alternativas impuestas por la CE.

Junto a estas consideraciones científicas los asistentes al Seminario han discutido la periodicidad de estas reuniones, organización y objetivos, y consideran que el actual clima de trabajo y cooperación posibilita abordar la multiplicidad de los temas tratados con rigor e interés, merced a la forma participativa en la que son expuestos y discutidos.

P.V.P. 1.500 P

