



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

MASTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE
MANTENIMIENTO EN DOS RAZAS DE OVEJAS
AUTÓCTONAS ESPAÑOLAS; MANCHEGA Y GUIRRA**

Tesis de Máster

Universidad Politécnica de Valencia, Diciembre 2010

Alumna:

Angeles Raimundo Giménez

Directores:

Carlos Fernández Martínez

M^a Carmen López Luján

**DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE
MANTENIMIENTO EN DOS RAZAS DE OVEJAS AUTÓCTONAS
ESPAÑOLAS; MANCHEGA Y GUIRRA**

**DETERMINATION OF THE MAINTENANCE NEEDS IN TWO
BREEDS OF SPANISH NATIVES SHEEP; MANCHEGA AND
GUIRRA**

RESUMEN

Se utilizaron doce ovejas, 6 de raza Manchega y 6 de raza Guirra, de dos años y medio de edad, secas, no gestantes y alimentadas por debajo del mantenimiento. Las ovejas se pesaron al principio y al final de la prueba que consistió en una fase de adaptación a jaulas, dieta y máscara respirométrica de 13 días, seguido de una fase experimental de otros 13 días. La fase experimental consistió en 5 días de digestibilidad, 2 de descanso, 3 de medidas respirométricas y 3 de ayuno para determinación de producción de calor en ayuno. Las ovejas se alojaron en 12 jaulas metabólicas individuales provistas de un dispositivo para la recogida y separación de heces y orina. Se determinó la digestibilidad de la dieta, se realizó un balance energético, otro proteico y se determinó la producción de calor (PC) de los ovinos por calorimetría indirecta (ecuación de Brouwer).

No se apreciaron diferencias significativas entre las dos razas en cuanto a digestibilidad y balance energético. Podemos considerar por tanto que las necesidades netas para el mantenimiento (ENm), equivalente al metabolismo basal, son de media para ambas razas de $288,9 \text{ kJ ENm} / \text{Kg PV}^{0,75}$.

Para estimar el valor de la energía metabolizable de mantenimiento (EMm) en nuestros animales, empleamos un valor Km de 0,72 obtenido de la bibliografía para ovino autóctono español (Segureño). Así la EMm para ovejas Guirras y Manchegas serían respectivamente

de 430 y 372,6 kJ EMm / Kg PV^{0,75} (401,3 kJ EMm / Kg PV^{0,75} de media para ambas razas).

Palabras clave adicionales: ovejas, necesidades mantenimiento.

SUMMARY

Twelve sheep of two races were used, six of each race, Manchega and Guirra; two and a half years old, not pregnant, dried and fed under maintenance. Sheep were weighted at the beginning and end of the trial consisting of an adaptation phase to boxes, diet and respirometric mask during 13 days, followed by an experimental phase of another 13 days. The experimental phase consisted of 5 days digestibility, 2 off, 3 respirometric measures and 3 of fasting for determination of fasting heat production. The sheep were housed in 12 individual metabolic boxes equipped with a device for the collection and separation for feces and urine. Digestibility of diet was determined; energy-protein balances were made and the heat production (HP) of sheep were obtained by indirect calorimetry (equation of Brouwer).

There were no differences between two races in terms of digestibility and energy balance. We consider therefore that the net energy requirements for maintenance (ENm), equivalent to basal metabolism, are on average for both races of 288,9 KJ ENm/ Kg PV^{0,75}. To estimate the value of maintenance energy metabolism in our animals, we used a Km value of 0,72 obtained from the literature for native Spanish sheep (Segureño). The metabolizable energy for maintenance (EMm) for Guirra and Manchega breeds were of 430 and 372,6 KJ EMm / Kg PV^{0,75} (401,3 KJ EMm / Kg PV^{0,75} as average) respectively.

Additional keywords: sheep, maintenance requirements.

INTRODUCCIÓN

La importancia económica de la producción ovina es inferior a su trascendencia social. Su localización preferente en zonas desfavorecidas (Causeret y Chaalall, 1990) permite el mantenimiento de la actividad agraria en muchas áreas difíciles (Blanchemain, 1989). En España, si bien el ovino se distribuye más uniformemente ocupando también áreas de agricultura desarrollada, constituye actividad ganadera única de zonas con depresión agraria o la exclusiva opción intensificadora para muchas explotaciones.

Las políticas agrarias generales constituyen restricciones efectivas que establece el entorno socio-económico sobre los sistemas de producción practicados. Diversos aspectos específicos de la Política Agraria Común (PAC) y en particular la Organización Común de Mercado de la carne ovina (OCMO), vienen añadiendo restricciones que afectan a las estructuras productivas, a los sistemas practicados y a los resultados de la explotación (Gallego y Pérez, 1994).

La oveja Manchega es originaria de la comarca de La Mancha (Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo). Actualmente su censo se encuentra distribuido ampliamente por toda España, ya que es una raza con reconocida aptitud productiva (leche-carne) y de elevada rusticidad (Torres y Gallego, 1994). La Manchega es la raza autóctona con mayor representación dentro del censo total de ovejas lecheras de España mientras que la mayoría son cruces de razas autóctonas y foráneas (Ugarte *et al*, 2001).

Por su parte, la oveja Guirra es una raza autóctona de la Comunidad Valenciana que se concentra en las comarcas de Vall d'Albaida, Marina Alta y Marina Baixa. Está considerada dentro de las razas de protección oficial según el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España ya que cuenta con un censo oficial aproximado de 5.000 cabezas (A.N.GUIRRA, 2010) que se encuentran distribuidas en

unas 25 explotaciones de pequeño tamaño. Es una raza considerada de doble aptitud: leche-carne.

Debido al interés de mantener una diversidad genética y evitar la desaparición de estos recursos, algunas instituciones han tomado una serie de medidas de apoyo para salvar de la desaparición a varias razas autóctonas. Este es el caso de la oveja Guirra, que a través de proyectos impulsados por el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y financiados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, así como la Asociación Nacional de criadores de raza Guirra (A.N.GUIRRA), han permitido los estudios realizados sobre la caracterización para la producción de leche y el desarrollo de un queso susceptible de obtener una marca de calidad.

Los costes de la alimentación en un sistema intensivo de producción ovina española pueden llegar a representar del 50 al 80% de los gastos totales de la explotación (Daza, 2002). Un abaratamiento de dichos costes implica buscar ingredientes a buen precio en el mercado sin desequilibrar las necesidades en nutrientes de los animales. Conocer las necesidades nutritivas (energéticas – proteicas) de nuestras razas es clave para poder elaborar una dieta adecuada. La mayor parte de los sistemas de alimentación actuales tienen secciones específicas para estimar la ingestión de alimento, necesidades de nutrientes y valor nutritivo de los alimentos. Todos estos aspectos están íntimamente interconectados, de hecho, la estimación de las necesidades del animal debe tener en cuenta la disponibilidad de nutrientes de los alimentos, cuya predicción vuelve a requerir un preciso conocimiento de las necesidades del animal. Sin embargo, mientras muchos sistemas de alimentación utilizan la misma evaluación de alimentos para todos los rumiantes, las necesidades del animal son específicas según la especie que consideremos. Por ejemplo, y centrándonos en pequeños rumiantes

existen diferencias entre ovinos y caprinos en cuanto a su ritmo metabólico básico.

Aguilera *et al.* (1990) y Prieto *et al.* (1990) encontraron diferencias en la actividad metabólica un 20% superior en el ganado caprino frente al ovino. Las diferencias en cuanto a tamaño de compartimento ruminal, cinéticas de degradación, velocidad de tránsito y comportamiento selectivo ante el alimento se ven minimizadas cuando el sistema de producción objetivo de nuestras normas son explotaciones lecheras intensivas. En este tipo de explotaciones se intenta mantener a los animales en la zona termoneutra, se suministra una dieta homogénea, equilibrada y variada en ingredientes, minimizándose el desplazamiento de los animales.

En la actualidad, los diferentes sistemas de valoración de alimentos y estimación de necesidades nutritivas han hecho importantes esfuerzos en sus nuevas ediciones para considerar específicamente al ganado ovino de forma independiente al caprino, aunque la información existente hasta la fecha es aún escasa, sobre todo para las razas españolas. Los diferentes sistemas se basan en modelos matemáticos que intentan integrar el conocimiento científico y proporcionar una simple y poderosa herramienta para tomar decisiones y crear políticas dirigidas a mejorar la producción animal.

Los sistemas más conocidos son el Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993, 1998; ARC 1980), el Institute National de la Recherche Agronomique (INRA, 1989, 2007), el Institute for Goat Research at Langston University (IGR, 2004), el National Research Council (NRC, 2007), Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO, 1990, 2007) y la Estación Experimental del Zaidin (Aguilera, 2001; EEZ). El sistema AFRC (1993) está basado en trabajos científicos de ovino de carne y lana, y para caprino únicamente razas lecheras. El sistema INRA (1989,

2007) considera razas de leche y carne para ganado ovino y razas lecheras para caprino. El sistema NRC (2007) utiliza el trabajo de Cannas et al. (2004) para ovino y, para caprino las publicaciones del IGR (2004). Por tanto el NRC (2007) considera ovino de carne, lana y leche y, para caprino carne, leche y ganado autóctono. El sistema australiano CSIRO (1990, 2007) considera ovino de carne y lana y no ganado caprino. La EEZ (CSIC) es el único centro de investigación que considera ovino y caprino de razas españolas, en concreto la cabra de raza Granadina y la oveja de raza Segureña. La EEZ estudia las necesidades energéticas y proteicas de ovino en mantenimiento y para caprino considera mantenimiento, producción de leche y locomoción, no existe información para ambas especies para otros estados fisiológicos como son gestación, crecimiento y recría.

La mayor parte de las recomendaciones sobre necesidades nutritivas de las razas ovinas españolas (principalmente energía y proteína) que se utilizan a nivel práctico en España corresponden al INRA y al NRC. En la actualidad, la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal en España (FEDNA) ha tratado de adaptar estos sistemas a las condiciones españolas, ya que las razas y los sistemas productivos españoles no coinciden con los de otros países como Francia o Estados Unidos (para más detalle consultar FEDNA 2008; 2009). Aún así, la información sobre el metabolismo basal o producción de calor de nuestras razas es desconocida. En ovino, como hemos mencionado anteriormente, están únicamente los estudios de metabolismo energético del CSIC de Granada (EEZ) en ovejas de razas Segureña. No existen, sin embargo, ningún estudio sobre necesidades energéticas y proteicas básicas para una oveja tan apreciada por su queso como es la oveja Manchega u otras en peligro de extinción como es la oveja Guirra, representativa de la Comunidad Valenciana.

Por ello, el objetivo de este trabajo es dar una primera información sobre las necesidades de mantenimiento para dos razas autóctonas españolas como son la oveja Manchega y Guirra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 12 ovejas, 6 de raza Manchega y 6 de raza Guirra, de dos años y medio de edad, secas y no gestantes. Dichos animales pertenecen a la granja experimental del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), que en el momento del trabajo contaba con un efectivo total de 80 ovejas.

Estos animales se pesaron en una báscula para pequeños rumiantes y se subieron a las jaulas metabólicas donde se alojaron durante la fase de adaptación (13 días) y la posterior fase experimental (13 días).

La dieta experimental que recibieron las ovejas se formuló siguiendo las recomendaciones de Lachica y Aguilera (2003) y FEDNA (2009). Las materias primas que se utilizaron fueron paja, bagazo de maíz y bloque vitamínico-mineral. Dispusieron de agua a voluntad en todo momento. La cantidad de comida ofrecida por día era de 1,2 Kg de paja de cereal y 200 g de bagazo de maíz. Diariamente se controlaba el alimento ofrecido y el rehusado, siendo el nivel de alimentación (L) inferior al mantenimiento (L = 0,5).

La composición química de las raciones se analizó (por triplicado) siguiendo los métodos oficiales de análisis de AOAC (2000) para determinar materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO), proteína bruta (PB) y extracto etéreo (EE). La fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) se determinaron según Van Soest *et al.* (1991) utilizando la técnica de las bolsas de filtro de ANKOM. La concentración de energía de las dietas se determinó utilizando una bomba calorimétrica adiabática

(Gallenkamp Autobomb; Loughborough, UK). En la Tabla 1 se muestran los ingredientes y la composición química de la dieta experimental.

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta experimental (%MS).

Ingredientes, g	Ración ofrecida
Paja	1200
Bagazo de maíz	200
Sal-bloque vit-mineral	Ad lib
Composición química, % MS	
MS (%) ¹	88,8
Cenizas	3,7
PB	4,2
FND	82,0
Calcio	0,24
Fósforo	0,25
Energía bruta, MJ/kg MS	18,7

¹MS: materia seca; PB: proteína bruta; FND: fibra neutro detergente.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La temperatura y humedad relativa del aire estuvieron controladas durante toda la fase experimental mediante un sensor (HOBBO; software BoxCarPro3). La luz se mantuvo encendida de 07:00 a 19:00 horas.

Las ovejas se alojaron en 12 jaulas metabólicas individuales provistas de un dispositivo para la recogida y separación de heces y orina (Figura 1). El comedero estaba localizado en la parte exterior de la jaula, para evitar que la comida se mezclase con el excremento, y también era desmontable para el fácil manejo. El bebedero estaba

dentro de la jaula y era automático. Inmediatamente debajo del suelo de la jaula, constituido por un enrejado metálico, se sitúa una fina rejilla donde se retienen las heces y permite el paso de orina, la cual resbala por una plancha metálica en forma de V, ligeramente inclinada hacia atrás, y desagua en un recipiente donde queda recogida.

Figura 1. Jaulas metabólicas individuales con el comedero en el exterior, bebedero automático y bandejas de separación de heces y orina.



Durante todo el periodo experimental se controló el consumo y la producción de heces y orina. La ración se ofrecía a los animales en dos tomas diarias (8:00 y 15:00 horas). Y fue durante la fase experimental de 5 días (tiempo que duraron las pruebas de digestibilidad) cuando se registró el consumo de alimento (por diferencia entre el alimento ofrecido y la recogida y peso diario del rehusado [ING]) y la producción de heces [EXCR] (Figura 2). La orina se recogió durante la prueba de digestibilidad y fue utilizada para calcular la energía metabolizable (EM). Mediante la cuantificación y

análisis químicos del alimento ofrecido y las heces excretadas se calculó la digestibilidad:

$$CD = [(ING - EXCR)/ING] \times 100$$

CD: coeficiente de digestibilidad; ING.: ingestión; EXCR.: excreción

Figura 2. Recogida y medición de heces diarias en bolsas individuales.



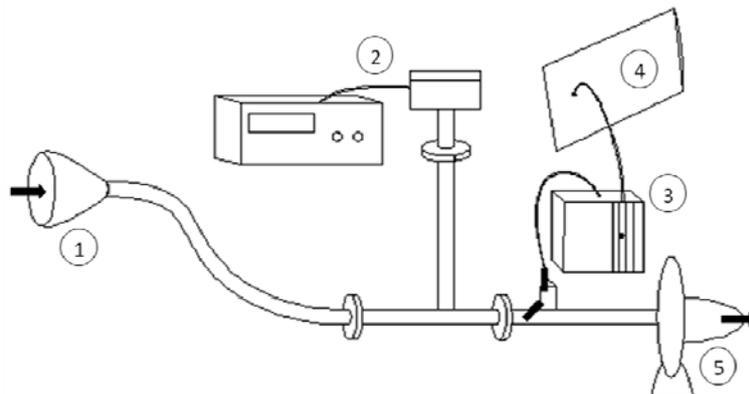
Las heces de cada día eran congeladas a -20 °C hasta el momento de su análisis, en el que se analizó el homogeneizado de cada animal de toda la fase experimental. El recipiente en el que se recogía la orina contenía 2 cc de una solución de ácido sulfúrico al 10 %, de modo que la orina entraba en contacto con el ácido sulfúrico inmediatamente, con objeto de evitar pérdidas de nitrógeno amoniacal. Se tomaba una muestra representativa de la orina excretada diariamente por las ovejas, que también se congeló hasta el momento de su análisis a -20° C.

La composición química de las heces se analizó (por triplicado) siguiendo los métodos oficiales de análisis de AOAC (2000) para determinar MS, cenizas, MO y PB y, según Van Soest *et al.* (1991) para determinar FND, FAD y LAD. La concentración energética en las heces y la orina se determinó utilizando una bomba calorimétrica (Gallenkamp Autobomb; Loughborough, UK). El contenido en nitrógeno amoniacal de la orina se determinó por destilación directa según el Standard Method 4500-NH₃ C.

MEDIDAS RESPIROMÉTRICAS

Se ha diseñado un equipo móvil de calorimetría indirecta para pequeños rumiantes en la Unidad de Alimentación Animal del Dpto. de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia. Dicho dispositivo consiste en una máscara que se le coloca al animal, unida a un caudalímetro y éste a su vez a un ventilador centrífugo (Figura 3). Se trata de un sistema de circuito abierto que trabaja por calorimetría indirecta, es decir, está basado en la relación entre la cantidad de calor producido por oxidación del alimento o componentes corporales y la cantidad de oxígeno consumida, dióxido de carbono producido y nitrógeno excretado en la orina. Por tanto, con este dispositivo se midió la producción de CO₂ y CH₄, y el consumo de O₂ de los animales; el N fue determinado en la jaula metabólica, y por la ecuación de Brouwer (calorimetría indirecta) se determinó la producción de calor (PC).

Figura 3. Esquema del diseño del equipo de respirometría portátil para pequeños rumiantes.



1: Máscara; 2: Caudalímetro y totalizador; 3: Bomba y caudalímetro; 4: Bolsa de recogida del aire; 5: Ventilador centrífugo.

Tras concluir los 5 días de digestibilidad se dejaron 2 días de descanso a los animales, que seguían consumiendo la dieta

experimental, y se procedió a realizar las medidas respirométricas como se detalla a continuación.

Antes de ofrecer la primera toma diaria de alimento, se tomó una muestra del aire expirado de cada oveja, realizándose previamente un blanco con aire atmosférico. A continuación, se volcó el alimento en los comederos y las ovejas comenzaron a comer. Una hora después de repartir la comida se retomaron las medidas de aire expirado por los animales (durante 10 minutos por medición) cuatro veces al día a intervalos de cuarenta y cinco minutos (Figura 4). Así, durante tres días se realizaron las mediciones de todos los animales (4 animales/día).

Figura 4. Colocación de la máscara en uno de los animales de la prueba.

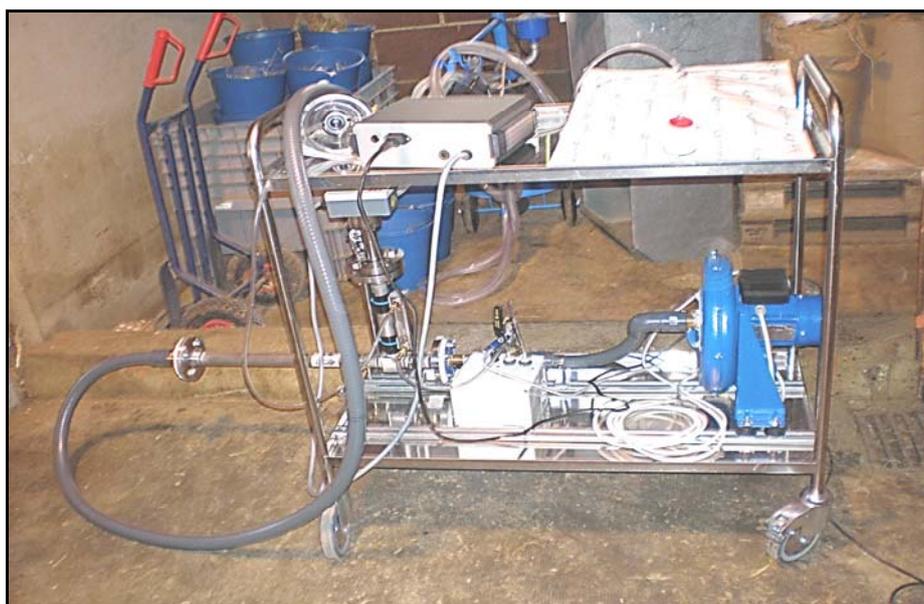


Tras colocar la máscara en la cabeza del animal se siguió la metodología propuesta por Brosh *et al.* (2002). Este aire quedaba contenido en una bolsa-balón Douglas (PanLab S.L. Harvard Apparatus) con una capacidad de 15 litros que se cerraba herméticamente y se llevaba al laboratorio, donde se conectaba a un analizador de gases (Easyflow 3020, ABB S.A.) con cubetas de calibración incorporadas para medir concentraciones de oxígeno,

dióxido de carbono y metano. El caudal de entrada a la bolsa era de 90 l/hora.

Para poder pasar una muestra del aire expirado a la bolsa era necesario conectar la máscara, mediante una tubería, a un caudalímetro (Sensyflow VT-S, ABB S.A.) regulado para trabajar a un ritmo medio de 2.000 litros de aire por hora. A su vez el caudalímetro estaba conectado a un ventilador centrífugo (CST60, Soler Palau S.A.). En la Figura 5 se muestra una fotografía del equipo de respirometría móvil, una vez montado y conectado a la bolsa de recogida de aire.

Figura 5. Equipo de respirometría móvil con máscara de circuito abierto para pequeños rumiantes.



Una vez terminada la digestibilidad y las medidas calorimétricas, se dejaron en ayunas 3 días a 2 ovejas Guirras y 2 Manchegas seleccionadas al azar (Agnew y Yan, 2005), y se procedió a realizar las determinaciones de producción de calor en ayunas con la misma metodología descrita anteriormente (también se realizaron 4 medidas por animal).

BALANCES ENERGÉTICO Y PROTEICO

Durante la prueba de digestibilidad se realizaron dos balances, uno energético y otro proteico, de los cuales se obtuvo la energía y el nitrógeno que retuvieron los animales.

Para realizar el balance energético se determinó la energía retenida (ER) descontando a la energía bruta ingerida (EBi) las pérdidas producidas en heces (Eheces), orina (Eorina), metano (E_{CH_4}) y producción de calor (PC) según la siguiente expresión:

$$ER = EBi - Eheces - Eorina - ECH_4 - PC$$

La PC se determinó por calorimetría indirecta, como ya se ha comentado en el apartado de "medidas respirométricas", y para su cálculo se utilizó la ecuación de Brouwer (1965):

$$PC \text{ (KJ/d)} = 16,18 O_2 \text{ (l/d)} + 5,02 CO_2 \text{ (l/d)} - 2,17 CH_4 \text{ (l/d)} - 5,99 \text{ Norina (g/d)}$$

Donde PC es la producción de calor (KJ/d), O_2 es el oxígeno consumido (l/d), CO_2 y CH_4 son respectivamente los litros por día de dióxido de carbono y metano producidos, y por último Norina es el nitrógeno excretado en orina.

También se calculó el balance de nitrógeno de los animales. El nitrógeno retenido (NR) en el organismo de los animales se determinó restando las pérdidas nitrogenadas en heces (Nheces) y orina (Norina) al nitrógeno ingerido (Ni), según la siguiente expresión:

$$NR = Ni - Nheces - Norina$$

ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza con la raza como factor de variación, los valores medios se compararon con un test de Duncan. Para ello se utilizó el software SPSS (2008) v16.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de toda la fase de adaptación los animales fueron entrenados a permanecer en las jaulas metabólicas y se les colocó la máscara (sin realizar medidas) con objeto de que se fueran adaptando y no mostraran ningún signo de estrés para los ensayos de digestibilidad y respirometría.

Los resultados de digestibilidad se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Ingestión y coeficientes de digestibilidad (CD).

	Guirra	Manchega	ESM ¹	P-valor ²
PV³	55,06	60,37	0,84	0,02
Ing (Kg MS/d)	0,63	0,69	0,11	0,60
% CD MS	53,31	51,85	1,74	0,49
% CD MO	55,39	53,71	1,92	0,48
% CD PB	43,35	37,54	2,71	0,16
% CD EE	76,87	77,12	2,90	0,94
% CD NDF	58,95	56,52	3,41	0,55
% CD ADF	56,13	54,19	3,36	0,62
% CD EB	53,12	51,36	1,29	0,31

¹ESM= error estándar de la media; ²P-valor = probabilidad, si $P < 0,05$ es significativo; ³PV: peso vivo; Ing: ingesta; MS/d: materia seca al día; CD: coeficiente de digestibilidad; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; EE: extracto etéreo; NDF: fibra neutro detergente; ADF: fibra ácido detergente; EB: energía bruta.

Como se puede observar no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre las 2 razas. Las dietas fueron exactamente iguales (Tabla 1) y las diferencias significativas observadas en el peso vivo son debidas al diferente tamaño corporal de las 2 razas. Las ovejas Manchegas tienen un formato mayor que las ovejas Guirras, por eso también se detectan diferencias, aunque no significativas, en la ingestión de alimentos; 630 vs 698 g MS/d

para las ovejas Guirras y Manchegas, respectivamente. En general, la ingestión aumenta al aumentar el peso vivo (PV) del animal. Sin embargo, animales con el mismo PV pueden diferir ampliamente en la capacidad de llenado del tracto gastrointestinal, en los depósitos de grasa y, en el caso del ovino, en el peso del vellón, por lo que el PV puede ser un escalón impreciso del tamaño corporal (Weston, 1982). Ternouth *et al.* (1979) afirmaron que la ingestión voluntaria variaba con la especie animal, una diferencia que era debida básicamente al tamaño corporal. Puesto que en la bibliografía son abundantes las referencias que usan las potencias del PV como vía para minimizar las variaciones resultantes de las diferencias de tamaño corporal, nosotros utilizaremos aquí como referencia el peso metabólico o $PV^{0,75}$.

No se observaron diferencias significativas para las fracciones fibrosas entre razas y la digestibilidad media de la energía y proteína fue de 52,24 vs 40,45% respectivamente para ambas razas. Dichos valores son inferiores a los observados en la bibliografía debido a que estas ovejas estaban alimentadas por debajo del mantenimiento. Aguilera *et al.*, (1986) con ovejas Segureñas en mantenimiento observa unos coeficientes de digestibilidad de la energía en torno al 66% (dietas basadas en alfalfa granulada, cebada, torta de girasol y orujo de aceituna).

Aunque solo existen trabajos a nivel de mantenimiento con la raza Segureña (raza autóctona ovina española), sí hemos encontrado estudios con razas en lactación. Al comparar las razas de ovejas Lacaune y Manchega, de formato similar y diferente nivel productivo, en la segunda mitad de la lactación Pérez-Oguez (1997) y Pérez-Oguez *et al.* (1997) encontraron una diferencia de ingestión de 0,62 kg MS/d entre razas, no encontrando diferencias entre razas en la digestibilidad aparente de la materia seca (CD MS) y materia orgánica (CD MO), aunque evidenció una tendencia estadística en la digestibilidad de la proteína bruta (CD PB). Una mayor ingestión, en

general iría acompañada por un incremento del contenido digestivo, una disminución del tiempo de retención de la digesta, provocando una disminución de la digestibilidad (Van Soest, 1994). En la revisión llevada a cabo por Schneider y Flatt (1975) se concluye que en la oveja, la raza tiene poco efecto sobre la digestibilidad. En la revisión de Freeman (1975) se concluye que entre animales hay poca variación en la digestibilidad, siendo la variación mucho mayor en la capacidad de ingestión, el apetito y el nivel de producción de leche. Aunque si se conoce el valor calórico de la leche de razas autóctonas españolas, aun no se ha trabajado en la producción de calor de las razas ovinas autóctonas españolas.

Tabla 3. Balance Energético (kJ/ Kg PV^{0,75} y día).

	Guirra	Manchega	ESM¹	P-valor²
³Ing (g MS/Kg PV^{0,75})	28,72	32,23	2,39	0,28
Ing EB	552,02	615,46	44,01	0,29
Ing ED	286,72	329,13	21,30	0,18
Ing EM	255,63	295,77	21,99	0,21
PC	474,93	455,70	66,84	0,80
ER	-219,30	-159,93	78,40	0,53
PC ayunas	309,55	268,29	31,29	0,32

¹ESM= error estándar de la media; ²P-valor = probabilidad, si P<0,05 es significativo; ³Ing: ingesta; MS: materia seca; PM: peso metabólico; EB: energía bruta; ED: energía digestible; EM: energía metabolizable; PC: producción de calor; ER: energía retenida.

La retención de energía de un alimento en el organismo animal y la determinación de la producción de calor para un nivel de alimentación dado, son determinaciones claves en la bioenergética animal. La medida de la producción de calor en ayuno constituye en la práctica una aproximación a la determinación del metabolismo basal. La Tabla 3 muestra el balance energético para las 2 razas

seleccionadas. Nuevamente no observamos diferencias significativas entre razas, aunque numéricamente se han observado diferencias inter-raciales. Así para ovejas Guirras se observa una producción de calor en ayunas de 309,6 kJ / kg PV^{0,75} y para ovejas Manchegas de 268,3 kJ/ kg PV^{0,75} (el valor medio para ambas razas sería de 288,9 kJ/ kg PV^{0,75}). Aguilera *et al.* (1986) encontraron en ovejas de raza Segureña una producción de calor en ayunas de 271,5 kJ / kg PV^{0,75}.

En los trabajos clásicos de calorimetría, y tras una amplia discusión entre Kleiber y Brody plantean que con fines prácticos (Kleiber, 1961); "se puede suponer que la media de la velocidad metabólica tipo de los mamíferos es 70 veces la potencia tres cuartos de su peso corporal (kg) por día", es decir 70 kcal / kg PV^{0,75}. Como 1 kcal = 4,18 kJ, esta expresión es equivalente a 292,6 kJ / kg PV^{0,75} para todos los mamíferos. Si comparamos nuestros valores con los de otras especies, concretamente otro pequeño rumiante como es el caprino, y de razas autóctonas españolas encontramos los siguientes valores: Prieto *et al.* (1990) con cabras Granadinas (machos castrados) en mantenimiento obtuvo una producción de calor en ayunas de 324 kJ / kg PV^{0,75}. Aguilera *et al.* (1991) con cabras Granadinas en crecimiento obtuvo unos valores de 320 kJ / kg PV^{0,75}.

Los valores encontrados para ovino en nuestro estudio (ovejas Manchegas y Guirras) y en el de Aguilera *et al.* (1986) (oveja Segureña) son inferiores a los observados en caprino. Aguilera *et al.* (1990), y Prieto *et al.* (1990) encuentran diferencias en la actividad metabólica un 20% superior en el ganado caprino frente al ovino. Bajo estas condiciones las mayores necesidades energéticas para el mantenimiento observadas en el ganado caprino en relación con el ovino contribuirían a explicar el metabolismo más acelerado en aquellas especies de menor tamaño corporal, y por tanto menor peso corporal relativo a su superficie corporal (Kleiber, 1932).

No vamos a utilizar la ingestión de EM (Tabla 3) para estimar las necesidades en EMm debido a que los animales estaban sometidos a

una alimentación restringida por debajo del mantenimiento. Así observamos que la ingestión media de materia seca era baja (30,5 g MS / kg PV^{0,75} de media) cuando la comparamos con las de otros autores 50 y 200 g MS / kg PV^{0,75} AFRC (1993) e INRA (1989), respectivamente. Este bajo nivel de alimentación se traduce en movilización energética por parte de los animales, obteniéndose un valor medio de -189,61 kJ / kg PV^{0,75}.

Tomando los datos medios de PC y EM ingerida de la Tabla 3 para las 2 razas, debido a que no se observaron diferencias significativas, y asumiendo que la PC = (b x EMingerida) + PCayunas (Brosh *et al.* 2002) tendríamos: 465,31 = (b x 275,7) + 288,9 y por tanto un valor de b = 0,64. Blaxter y Boyne (ARC, 1980) ensayando 78 dietas en ganado ovino y vacuno adulto, obtuvieron un valor para dietas mixtas de 0,62. Aunque es un valor próximo al observado en nuestro experimento, las condiciones experimentales no fueron las mismas, ya que la EM ingerida está por debajo del nivel de mantenimiento en nuestro estudio (L=0,5).

Aunque la bibliografía muestra (Tabla 4) una amplia variación en el valor de Km (entre 0,56-0,76), vamos a estimar el valor de EMm empleando un valor de Km de la bibliografía para ovino autóctono español. En el trabajo de Aguilera *et al.* (1986) se obtuvo una eficacia de utilización de la EM para mantenimiento (Km) en oveja Segureña de 0,72. Si asumimos que la producción de calor obtenida en ayunas es equivalente al metabolismo basal y por tanto a las necesidades netas de mantenimiento (Kleiber, 1961), podremos estimar la EM necesaria para el mantenimiento empleando la Km = 0,72. Por tanto, las necesidades energéticas para el mantenimiento expresadas en EM para ovejas Guirras y Manchegas serían respectivamente 430 y 372,6 kJ / kg PV^{0,75}. Como se observa en la Tabla 4 existe una gran variabilidad entre los diferentes sistemas en cuanto a sus recomendaciones de necesidades energéticas para el mantenimiento expresadas en EM (288-414 kJ / kg PV^{0,75}), y también las Km

recomendadas (0,56-0,76). Si comparamos nuestros resultados con los de la raza Segureña observamos que la raza Manchega (372,6 kJ / kg PV^{0,75}) tiene un valor prácticamente idéntico; 374 kJ / kg PV^{0,75}. La raza Guirra muestra un valor ligeramente superior (430 kJ / kg PV^{0,75}). Debido a que no hemos encontrado diferencias significativas (Tabla 3) en el balance energético entre razas podemos asumir un valor medio estimado de necesidades energéticas para el mantenimiento de 401,3 kJ EM m / kg PV^{0,75}.

Tabla 4. Energía metabolizable para el mantenimiento y su eficacia según distintos sistemas de alimentación.

ovino	INRA, 1989; 2007	NRC, 2007 [CNCPS]	CSIRO, 1990; 2007	AFRC, 1993	Aguilera <i>et al.</i>, 1986
Km ó Kl	0,56-0,64	0,64	0,65-0,76	0,64-0,75	0,72
EMm, KJ/kgPV ^{0,75}	368-414	334-393	288-389	374-380	374

Km: eficacia de utilización de la energía metabolizable para mantenimiento; Kl: eficacia de utilización de la energía metabolizable para lactación; EMm: energía metabolizable mantenimiento.

En la Tabla 5 se muestra el balance nitrogenado. Sólo se observan diferencias significativas (P < 0,05) para el Nitrógeno digestible, que fue superior en las ovejas de la raza Guirra frente a la Manchega. Dichas diferencias no se mantuvieron para el resto del balance, observándose una movilización media de nitrógeno corporal de -0,151 g N / kg PV^{0,75}, ligado a un nivel de alimentación por debajo del mantenimiento. Los valores de nitrógeno urinario medio obtenidos por debajo del mantenimiento fueron de 0,285 g N / kg PV^{0,75}, y en la bibliografía los valores de nitrógeno endógeno urinario varían entre 0,040 y 0,240 (INRA, 2007; NRC, 2007). Con el trabajo desarrollado no se pueden dar unas recomendaciones de necesidades

de proteína para mantenimiento, debido a que el nivel de ingestión, la degradabilidad proteica en el rumen, el nitrógeno necesario para la síntesis de lana, el metabolismo proteico durante el ayuno, el reciclaje nitrogenado según el nivel productivo y de alimentación al que estuvieron sometidos los animales, son factores que afectan a las necesidades de mantenimiento y no fueron controlados totalmente.

Tabla 5. Balance de nitrógeno (g N / Kg PV^{0,75}).

g / kg PV^{0,75}	Guirra	Manchega	ESM¹	P-valor²
³Ing N,	0,33	0,33	0,02	0,88
N dig,	0,14	0,12	0,001	0,005
N orina,	0,29	0,28	0,01	0,44
N retenido	-0,15	-0,15	0,01	0,53

¹ESM= error estándar de la media; ²P-valor = probabilidad, si P<0,05 es significativo; ³ Ing N: ingestión de nitrógeno; N dig: Nitrógeno digerido.

Para poder determinar las necesidades energéticas para el mantenimiento expresadas en EM, así como unas necesidades nitrogenadas para el mantenimiento harán falta realizar más estudios con distintos niveles de alimentación.

CONCLUSIONES

Para ovejas Guirras las necesidades en energía neta de mantenimiento (ENm) serían 309,6 kJ / kg PV^{0,75} y para ovejas Manchegas 268,3 kJ / kg PV^{0,75}. El valor medio para ambas razas, al no existir diferencias significativas, fue 288,9 kJ ENm / kg PV^{0,75}.

Asumiendo una Km = 0,72 (Aguilera et al., 1986), podemos estimar las necesidades energéticas para el mantenimiento expresadas en EM para ovejas Guirras y Manchegas (EMm), que serían respectivamente 430 y 372,6 kJ EMm / kg PV^{0,75} (401,3kJ EMm / kg PV^{0,75} de media).

BIBLIOGRAFÍA

- AFRC. 1993. Agricultural and Food Research Council. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, UK.
- AFRC. 1998. Agricultural and Food Research Council. Nutrients Requirements of Goats. CAB International, Wallingford, UK, 151 pp.
- Agnew, R.E. y Yan, T. 2005. Calorimetry. In: Dijkstra, J.; Forbes, J.M.; France, J. (Eds.). Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 2 ed., 736 pp.
- Aguilera, J.F., Molina, E., Prieto, C. y Boza, J. 1986. Estimación de las necesidades energéticas de mantenimiento en ganado ovino de raza Segureña. Arch. Zootec., 35: 89-96.
- Aguilera, J.F., Prieto, C. y Fonollá, J. 1990. Protein and energy metabolism of lactating Granadina goats. Br. J. Nutr., 63: 165-175.
- Aguilera, J.F., Lara, L., Molina, E. y Prieto, C. 1991. Energy balance studies with growing Granadina goats at fating and maintenance. Small Rum. Res., 5: 109-115.
- Aguilera, J.F. 2001. EEZ. Aportaciones al conocimiento de la nutrición energética de pequeños rumiantes. Arch. Zootec., 50: 565-596.
- A.N.GUIRRA. 2010. Asociación Nacional de criadores de raza Guirra. <http://www.anguirra.com>. Consultado el 16 de noviembre de 2010.
- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemist. Arlington, USA.
- ARC. 1980. Agricultural Research Council. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. CAB. London.
- Blanchemain, A. 1989. The diversity of sheep production systems in France: a first analysis. Etudes et recherché sur les S.A.D., 16: 47.

- Brosh, A., Aharoni, Y. and Holzer, Z. 2002. Energy expenditure estimation from heart rate: validation by long-term energy balance measurement in cows. *Liv. Prod. Sci.*, 77: 287-299.
- Brouwer, E. 1965. Report of Sub-committee on Constants and Factors, In Proceedings of 3rd Euroean Association for Animal Production Symposium on Energy Metabolism. London: Academic Press, 11: 441-443.
- Cannas, A., Tedeschi, L.O., Fox, D.G., Pell, A.N., and Van Soest, P. J. 2004. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *J. Anim. Sci.*, 82: 149-169.
- Causeret, F. y Chaalali, A. 1990. Résultats des exploitations ovines en France. Un constant a partir du RICA. *Economie Rurale*, 198: 15.
- CSIRO. 1990. Feeding standards for Australian livestock Ruminants. Melbourne. Australia, 310 pp.
- CSIRO. 2007. Nutrients Requirements of Domesticated Ruminants. Melbourne. Australia, 270 pp.
- Daza, A. 2002. Mejora de la productividad y planificación de explotaciones ovinas. Ed. Agrícola Española, 232 pp.
- FEDNA. 2008. Necesidades nutricionales para rumiantes de cebo. A. Ferret. Ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 54 pp.
- FEDNA. 2009. Necesidades nutricionales para rumiantes de leche. Calsamiglia, S., Bach, A., de Blas, C., Fernández, C., García-Rebollar, P. Ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 89 pp.
- Freeman, A.E. 1975. Genetic variation in nutrition of dairy cattle. In The effect of genetic variance on nutritional requeriments of animals. National Academy of Sciences, Washington. Ed. Proceedings Sympossium University of Maryland, 19-46.

- Gallego, L. y Pérez, J.I. 1994. Producción ovina y caprina. Ed. Universidad de Castilla – La Mancha, Colección Estudios, 59-60.
- IGR. 2004. Institute for Goat Research. Nutrient Requirements of Goats. *Small Rum. Res.*, 53-378.
- INRA. 1989. Institute National de la Recherche Agronomique. Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables. (Ed. R. Jarrige). John Libbey, London.
- INRA. 2007. Institute National de la Recherche Agronomique. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. Quae France.
- Kleiber, M. 1932. Body size and metabolism. *Hilgardia*, 6: 315-353.
- Kleiber, M. 1961. *Fire of Life. An introduction to Animal energetic.* Wiley. New York, 454 pp.
- Lachica, M. y Aguilera, J.F. 2003. Estimation of energy needs in the free –ranging goat with particular reference to the assessment of its energy expenditure by the C¹³-bicarbonate method. *Small Rum. Res.*, 49: 303-318.
- NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants; sheep, goats, cervids and new world camelids. The National Academies Press, 362pp.
- Pérez-Oguez, L. 1997. Alimentación y manejo de ovejas lecheras: efectos del nivel y calidad del concentrado durante la lactación y Comparación de la eficacia productiva de ovejas de raza Manchega y Lacaune. Tesis Doctoral, U.A.B.
- Pérez-Oguez, L., Caja, G., Molina, E., Such, X., Ferret, A. y Grasa, J. 1997. Comparación de la eficacia digestiva y metabólica de ovejas lecheras de raza Manchega y Lacaune: 1. Ingestión, digestibilidad y producción de leche. *ITEA Prod. An.*, 18: 88-90.

- Prieto, C., Aguilera, J.F., Lara, L. y Fonollá, J. 1990. Protein and energy requirements for maintenance of indigenous Granadina goats. *Br. J. Nutr.*, 63: 155-163.
- Schneider, B. H. and Flatt, W. P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia Press, Athens.
- Ternouth, J.H., Poppi, D.P. y Minson, D.J. 1979. The voluntary food intake, ruminal retention time and digestibility of two tropical grasses fed to cattle and sheep. *Proceeding of the Nutrition Society of Australia*, 4:152.
- Torres, A. y Gallego, L. 1994. Censos y distribución geográfica en ganado ovino. Raza Manchega. Ed. Mundiprensa, Madrid, 51-60.
- Ugarte, E., Ruíz, R., Gabiña, D. y Beltrán, I., 2001. Impact of high yield foreign breeds on Spanish dairy sheep industry. *Liv. Prod. Sci.*, 71: 3-10.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.
- Van Soest, P. J. 1994. Digestive flow. In *Nutritional ecology of the ruminant* (ed. P. J. Van Soest). Cornell University Press. Ithaca, London, 371-384.
- Weston, R.H. 1982. Animal factors affecting intake. In: *Nutritional limits to animal production from pastures*. (Ed. Hacker, J.B.). CAB. Farmham Royal, UK, 183 pp.