

ESTIMACION DE LA COMPOSICION CORPORAL DEL GANADO OVINO: METODOS DE DIFUSION

C. Castrillo y M. Baucells*

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos

Ftad. de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza.

** Dirección actual: Nutrició. Ftat. de Veterinaria.*

Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.

INTRODUCCION

Las necesidades nutritivas de las ovejas varían a lo largo de su ciclo reproductivo, siendo elevadas al final de la gestación y primera fase de la lactación y próximas al mantenimiento en el resto de los periodos. Como se verá en el transcurso de este seminario (Guada, 1991) el aporte de nutrientes no se ajusta siempre a esta evolución de las necesidades, bien por razones fisiológicas, debido a la limitada capacidad de ingestión al final de la gestación e inicio de la lactación, o bien por razones de disponibilidad de alimentos como consecuencia de la variación estacional de la producción de pastos.

Para amortiguar el defase entre necesidades y aporte de nutrientes, las ovejas movilizan y utilizan sus propias reservas corporales, pudiendo perder hasta el 50 % de sus reservas lipídicas durante la gestación (Russel *et al.*, 1968) y llegar prácticamente a la deplección de grasa a mitad de la lactación (Sykes, 1974), cuando se mantienen en condiciones de explotación extensiva. Por consiguiente no se puede establecer una relación causal entre aportes y producción si no se conoce en que medida las movilizaciones de las reservas corporales contribuyen al desarrollo del feto y anexos o a la producción de leche. Para el establecimiento de estas relaciones es preciso disponer de un método fiable de estimación de la composición corporal o estado de reservas de los animales a lo largo del ciclo reproductivo.

En el presente trabajo haremos una breve referencia a la relación entre el peso vivo (PV) y condición corporal (c.c.) de los animales y su estado de reservas, por ser ambos métodos los de más simple aplicación y mínimo coste. Posteriormente se hará un análisis crítico de la posibilidad de utilización de la medida del espacio de difusión de marcadores en el agua del organismo para predecir el estado de reservas de las ovejas en distintas fases de sus ciclo productivo, basándonos fundamentalmente en los resultados experimentales propios obtenidos a lo largo de los últimos 6 años (Baucells, 1988), en los que se ha utilizado óxido de deuterio como marcador del agua del organismo.

Relación entre el peso vivo y el estado de reservas.

La mayor parte de los experimentos realizados con el fin de estudiar el efecto de la alimentación sobre los rendimientos de las ovejas en gestación y en lactación, se han basado en la cuantificación ponderal de las producciones y en la determinación de las variaciones del PV de los animales, con objeto de estimar en que medida el aporte de nutrientes cubre las necesidades durante las diferentes fases del ciclo productivo.

TABLA I. Desviaciones estandard residuales (DER) y coeficientes de variación (CV) de las relaciones establecidas entre el contenido en lípidos y el peso vivo (PV) o el peso vivo vacío (PVV) en el ganado ovino adulto.

Referencias	VARIABLE INDEPENDIENTE					
	ANIMALES	PV		PVV		
	nº fase	DER	CV	DER	CV	
Foot et al. (1979).	62 lact. y secas	4,26	65	3,53	54	
	35 lact.	3,17	89	2,46	69	
Covan et al. (1980).	10 5 días lact.	—	—	5,89	42	
	11 45 días lact.	—	—	2,53	32	
Tissler et al. (1983).	35 vacias, gest. y lact.	3,80	30	—	—	
Baucells (1988).	60 vacias, gest. y lact.	2,11	33	1,67	26	

En estos trabajos se asume implícitamente que el cambio neto de peso de la madre es un índice aceptable de su balance energético. Sin embargo, los cambios en el PV no son un fiel reflejo de las variaciones de la composición corporal y contenido energético del cuerpo, debido tanto a los cambios que experimenta el contenido del aparato digestivo en función del plano de alimentación y del tipo de dieta (Forbes, 1969, Cowan *et al.*, 1979), como a las variaciones de la composición del cuerpo vacío (Robinson *et al.*, 1978, Tissier *et al.*, 1983), y del contenido uterino y mamario en el transcurso del ciclo reproductivo (Chillard *et al.*, 1987).

TABLA 2. Contenido en lípidos de ovejas en distintas fases de su ciclo reproductivo y valor energético de los cambios netos de peso.

	PV	PVV	Lípidos	Valor energético de los cambios de peso (Mj/Kg)	
				PV	PVV
Cowan <i>et al.</i>, (1979)					
12 días lact.	57,5	47,3	9,2		
				231	59
41 días lact.	56,3	42,6	2,3		
				17	33
111 días lact.	54,2	41,5	1,2		
Baucells, (1988)					
95 días lact.	51,3	39,0	9,1		
				22	22
3 - 5 días lact.	47,8	35,6	7,4		
				31	52
35 días lact.	44,3	33,5	4,7		

En la **tabla 1** se presentan las desviaciones estandar residuales (DER) y los coeficientes de variación (CV) de las relaciones establecidas por algunos autores entre el contenido en lípidos del cuerpo y el PV o el peso vivo vacío (PVV) de las ovejas en distintas fases del ciclo reproductivo. La tabla muestra que el coeficiente de variación del contenido en lípidos

estimado a partir del PVV puede ser superior al 50% (Foot *et al.*, 1979) incluso cuando se consideran animales en una misma fase fisiológica, siendo aún mayores las variaciones cuando se considera el PV. En consecuencia, el equivalente energético de los cambios netos de peso puede variar considerablemente entre las distintas fases del ciclo reproductivo, e incluso dentro de cada fase, como se muestra en la **tabla 2**. En ella se pone de manifiesto que el valor calórico de los cambios de PV o de PVV puede incluso ser superior al que resultaría si todas las pérdidas de peso correspondiesen a grasa. También Rattray *et al.* (1980), muestran que las pérdidas en lípidos entre el día 95 de gestación y el parto pueden ser superiores al cambio neto de peso y que animales con cambio neto de peso positivo pueden experimentar pérdidas reales de lípidos debido a una ganancia neta de agua.

Relación entre la condición corporal y el estado de reservas.

La condición corporal o "body condition score" (c.c.) es un método que trata de evaluar el estado de reservas de los animales y por tanto su grado de engrasamiento, de una forma sencilla y sin ningún tipo de equipamiento. Se basa en la palpación externa de las apófisis espinosas y transversas de las últimas vértebras dorsales y de las primeras lumbares, para valorar el grado de recubrimiento de las mismas por el tejido graso y músculo adyacente, así como el tamaño y espesor del músculo *longissimus dorsi* que recubre las vértebras. Actualmente la mayor parte de los autores siguen el método estandarizado por Russel *et al.* (1969) según una escala de 5 puntos propuesta inicialmente por Jeffries (1961).

La fiabilidad del método como indicador del estado de reservas grasas del animal ha sido y está siendo muy discutido. Algunos autores indican que la c.c. aporta una estimación aceptable y útil del estado de reservas de las ovejas atendiendo a la estrecha relación encontrada entre la nota de c.c. y el contenido en lípidos del cuerpo o el peso de distintos depósitos grasos (Russell *et al.*, 1969, 1971, Paramio y Folch, 1985, Purroy y Sebastián, 1987, Delfa *et al.*, 1987, Teixeira *et al.*, 1989, Delfa *et al.*, 1989). Otros autores como Guerra *et al.*, (1972) y Castrillo *et al.*, (1988), estudiando relaciones del mismo tipo, cuestionan la validez del método y no encuentran ninguna ventaja en la utilización de la c.c. con respecto a la precisión obtenida al utilizar como predictor el PV de los animales. de los animales.

TABLA 3. Condición corporal y porcentaje de lípidos de ovejas en distintas fases del ciclo reproductivo.

	95 d. gest.	3 - 5 d. lact.	35 d. lact.	vacías y secas
PV (Kg)	51,3	47,8	44,3	42,2
c.c.*	3,2a	2,9b	2,9b	3,0b
Lípidos (g/100gPV)	22,6a	19,6ab	13,3c	16,8bc

(Castrillo *et al.*, 1988).

* Según escala propuesta por Russell *et al.*, (1969)

Valores en la misma fila con distinta letra mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

En la **tabla 3** se puede observar como una reducción del 40 % en la proporción de lípidos del cuerpo entre los 95 días de gestación y los 35 días post-parto se refleja solamente en un cambio de 0,3 unidades de c.c. y en la **figura 1** muestra para una misma c.c. el grado de engrasamiento del cuerpo varia dependiendo de la fase del ciclo reproductivo en que se encuentra la oveja.

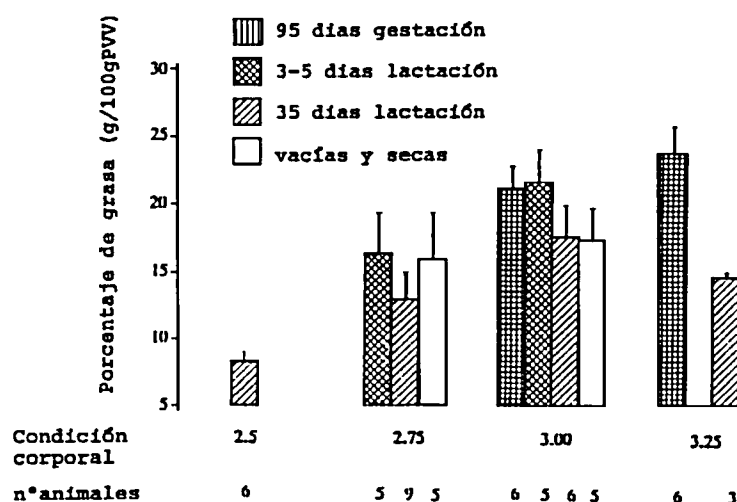


Figura 1.- Relación entre el grado de engrasamiento (g/100g PVV) de ovejas en distintas fases del ciclo reproductivo y la condición corporal.

Las razones de las discrepancias pueden en parte venir explicadas por el diseño experimental y el tipo de animales empleados. Así Russel *et al.* (1969), 1971) y Teixeira *et al.* (1989) utilizan animales con una c.c. preestablecida abarcando un amplio rango, en tanto que Guerra *et al.* (1972) y Castrillo *et al.* (1988) utilizan animales sometidos a distintos planos de alimentación, pero sin prefijar su c.c. Por otra parte la mayor parte de los autores han trabajado con animales vacíos y secos.

Incluso los datos pueden ser interpretados de distinta manera según los criterios que se utilicen. Por ejemplo, de los datos de Russel *et al.* (1969) se desprende que a la elevada correlación encontrada entre el porcentaje de lípidos del cuerpo y la c.c. ($r=0.94$), animales con una misma c.c. (3.0) tienen un porcentaje de lípidos que varía entre el 22 y el 33 % del PVV. Teixeira *et al.* (1989) encuentran correlaciones superiores a 0.9 entre la c.c. y el peso de distintos depósitos de grasa, pero no encuentran diferencias estadísticamente significativas en el peso de estos, entre animales de c.c. 2.5-2.75 y 3.0-3.25, rango en el que se encuentran la mayor parte de las ovejas en condiciones convencionales de explotación (por ejemplo el 75 % de las empleadas por Paramio y Folch, 1985 y más del 90 % de las empleadas por Purroy y Sebastián, 1987).

No obstante, esto no invalida la utilización de la c.c. en condiciones de campo, en particular para detectar el estado general del rebaño o la presencia de animales con un estado de reservas bajo, teniendo en cuenta que su determinación resulta fácil, rápida y no precisa de ningún aparato. De hecho la Meat and Livestock Comisión (MLC, 1981), utiliza la medida de la c.c. para evaluar el estado de reservas de los animales para el establecimiento de las recomendaciones y la estrategia de alimentación en las explotaciones ganaderas del Reino Unido. Por otra parte, Gibon *et al.* (1985) en un estudio llevado a cabo en rebaños mantenidos en medios difíciles en los Pirineos franceses, llegan a la conclusión de que la evaluación de la c.c. es una herramienta útil para identificar las fases más críticas de la disponibilidad de alimento a lo largo del ciclo reproductivo.

Estimación de la composición corporal de las ovejas a partir del espacio de difusión del óxido de deuterio.

Los métodos de predicción de la composición del cuerpo a partir de la determinación del espacio de difusión de un marcador en el agua del

organismo se basan en dos principios:

- 1. A partir de un cierto estado de desarrollo, la composición corporal está estrechamente relacionada con el volumen de agua del cuerpo, debido a la constancia en la composición del cuerpo magro.
- 2. El contenido de agua del cuerpo de los animales puede ser estimado con suficiente fiabilidad a partir del espacio de difusión de un marcador.

Relación entre la composición corporal y el contenido en agua del organismo.

Si la composición del cuerpo magro vacío (CMV) de los animales fuese constante, conociendo el volumen de agua del cuerpo vacío podríamos estimar directamente su contenido en proteína y cenizas. Si además conocemos el PVV del animal, también puede ser predicho su contenido en lípidos, ya que:

Siendo Lípidos = PVV - CMV, si $CMV = 1/k$ Agua del CMV
se deduce que (1) Lípidos = PVV - $1/k$ Agua del cuerpo vacío

A medida que el animal se desarrolla descienden los porcentajes de agua y aumentan los de proteína y cenizas, respecto al cuerpo magro, pero a partir de una cierta edad, equivalente al 4-4.5% de su vida esperada, la composición del cuerpo magro permanecería constante, según el principio de "madurez química" establecido por Moulton (1923).

Reid *et al.* (1968) a partir de análisis químicos del cuerpo de 221 ovinos de siete razas diferentes y edades comprendidas entre 90 y 895 días encuentran una proporción media de agua, proteína y cenizas del cuerpo magro vacío de 74,9 % \pm 1.02; 20.35 % \pm 0.84 y 4.76 % \pm 0.67, respectivamente. Proporciones similares encuentran Rattray *et al.* (1974) a partir de 193 ovejas adultas gestantes y vacías (74.9 % \pm 0.6, 19.8 % \pm 0.4 y 5.4 % \pm 0.3, respectivamente).

No obstante, los primeros autores señalan que incluso después de que el animal alcanza la "madurez química" el porcentaje de agua del cuerpo magro desciende con el estado de engrasamiento. Otros autores han observado la misma tendencia en las ovejas adultas (Fool *et al.*, 1979, Tissier *et al.*, 1983). Sin embargo, Sheng y Huggins (1979), en una revisión sobre el tema, señalan que la proporción de agua de CM es

independiente de la cantidad de grasa del cuerpo. Tampoco en los experimentos realizados en nuestro laboratorio (Baucells, 1988) con un total de 60 ovejas en distinto estado fisiológico, se ha encontrado un efecto del grado de engrasamiento "per se" sobre la composición del cuerpo magro de las ovejas.

Tabla 4. Composición (%) del cuerpo vacío libre de grasa de ovejas en distintas fases del ciclo reproductivo (Baucells, 1988).

	95 d. gest.	3-5 d. lact.	35 d. lact.	vacías y secas	DER
Agua	74,2a	74,9b	75,4b	74,1a	0,85
Proteína	20,0a	19,3b	19,0b	19,8a	0,57
Cenizas	5,8	5,9	5,6	6,1	0,52

Valores en la misma fila, con distinta letra presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

También se han puesto en evidencia ligeras diferencias dependiendo del estado fisiológico en ovejas adultas (Sykes, 1974, Tissier *et al.*, 1983, Bocquier y Teriez, 1984). Los valores de la **tabla 4** muestran las escasas diferencias encontradas por nosotros, en la composición del cuerpo magro, entre las diferentes fases a estudio (95 días de gestación -G-, 3-5 días post parto -LI- y ovejas vacías y secas -V-). No obstante, tales diferencias fueron estadísticamente significativas entre las ovejas lactantes por un lado y las gestantes y vacías por otro, presentando las primeras un mayor contenido en agua y menor en proteína. Cuando se consideró el contenido del útero grávido, los animales que presentaron una mayor hidratación del cuerpo magro fueron las ovejas gestantes (75,96 % de agua). Las variaciones en la composición del cuerpo magro materno vinieron explicadas por las diferencias en peso y composición del útero, ubres y sangre.

Tabla 5. Relación entre los porcentajes de grasa (y) y de agua (x) del cuerpo de las ovejas (n=60). (Baucells, 1988).

Forma de expresión de las variables	Ordenada en el origen	Coefficiente de regresión	r ²	DER	CV
% PV	91,3	-1,19	0,93	1,56	11,6
% PV esquilado	91,1	-1,17	0,97	1,11	8,1
% PVV esquilado	(1) 95,2	-1,25	0,97	1,10	6,5
	(2) 93,9	-1,24	0,98	0,97	5,6

(1) Incluyendo el contenido del útero grávido.

(2) Excluyendo el contenido del útero grávido.

La relativa constancia del cuerpo magro de las ovejas, a pesar del efecto que pueda ejercer el grado de engrasamiento y el estado fisiológico de los animales, se puso de manifiesto en la estrecha relación encontrada entre el contenido en lípidos y agua del cuerpo (relación que se deriva de la ecuación - 1 - que puede ser transformada en la ecuación $\text{Lípidos/PVV} = 1 - 1/k \text{ Agua / PVV}$). El contenido en agua del cuerpo vacío de las ovejas una vez esquiladas y sin considerar el útero grávido en las gestantes explicó un 98 % de la variación del contenido en lípidos (tabla 5), el valor próximo al obtenido por otros autores tanto en ovino (Reiz *et al.*, 19868, Rattray *et al.*, 1974, Tissier *et al.*, 1983) como vacuno (Garret y Hinman, 1969, Arnold *et al.*, 1985). Es de destacar que el hecho de considerar el contenido digestivo tuvo escasa influencia en la precisión de la ecuación lo cual ha sido constatado también por Foot *et al.*, y Cowan *et al.*, (1980). El considerar o no el contenido del útero grávido de las gestantes también afectó poco a la precisión de la ecuación. En la misma tabla se puede observar, sin embargo, que el coeficiente de variación de al ecuación aumentó considerablemente cuando la composición se refirió al peso vivo de los animales incluida la lana, debido a la gran variación que presentó esta, tal vez por haber permanecido las ovejas estabuladas individualmente durante varios meses.

En definitiva, la **tabla 6** muestra que a partir del PV de los animales y del contenido en agua del cuerpo se puede estimar el contenido en lípidos y energía con unos coeficientes de variación del 10,3 y 6,7 %, respectivamente, muy inferiores a los obtenidos cuando se emplea el PV como única variable independiente. La precisión mejora si se considera el PV de los animales sin lana y también ligeramente si se considera el peso y composición del cuerpo vacío. Cuando se tuvo en cuenta la fase fisiológica, estableciendo ecuaciones por separado para cada una de ellas, también mejoró, ligeramente pero de forma estadísticamente significativa, la precisión. Los coeficientes de variación de las ecuaciones de predicción del contenido en lípidos y energía a partir del PV y el agua variación entre 8,1 y 8,94 % y entre 5,5 y 5,7 %, respectivamente, según la fase.

Tabla 6. Precisión de la estimación del contenido en lípidos y energía del cuerpo de las ovejas a partir de su PV y el contenido en agua del cuerpo.

Variable independiente	<u>Lípidos</u>		<u>Energía</u>	
	DSR	CV	DSR	CV
PV	2,11	32,7	18,5	20,6
PV esquilado	2,06	32,0	18,0	20,6
PVV esquilado	1,67	25,9	13,9	15,4
PV + Agua	0,67	10,3	6,0	6,7
PV esq + Agua	0,43	6,6	3,8	4,3
PVV esq + Agua	0,36	5,5	3,3	3,7

El contenido en proteína del cuerpo puede ser estimado a partir del PV con un coeficiente de variación del 5,74 % (DSR=0,325 Kg) no mejorando la precisión de la predicción cuando se introduce como segunda variable independiente el contenido en agua del cuerpo, hecho observado por otros autores (Donnelly y Freer, 1974, Cowan et al., 1979, Tissier et al., 1983), quienes encuentran coeficientes de variación ligeramente superiores, entre 6 y 10 % a los obtenidos por nosotros.

Relación entre el contenido en agua del organismo y el espacio de difusión del óxido de deuterio.

El espacio de difusión de un marcador en el agua del organismo se calcula dividiendo la cantidad de marcador infundida en el animal (generalmente vía parenteral) por la concentración que alcanza en el espacio hídrico del organismo (generalmente determinada en sangre) una vez que ha alcanzado el equilibrio. Utilizando este método de cálculo, Cowan *et al.*, (1980) llegan a la conclusión de que el método de estimación del volumen de agua del cuerpo de ovejas lactantes mediante la infusión de óxido de deuterio no sería suficientemente preciso, debido a la gran variación que puede experimentar en esta fase el turnover o renovación del agua y por consiguiente del marcador en el organismo, lo cual afectaría a la relación entre el volumen real de agua y el espacio de difusión estimado a partir de la cantidad de marcador infundido y la concentración determinada en un determinado momento después de que ha alcanzado el equilibrio con el agua corporal (Figura 2).

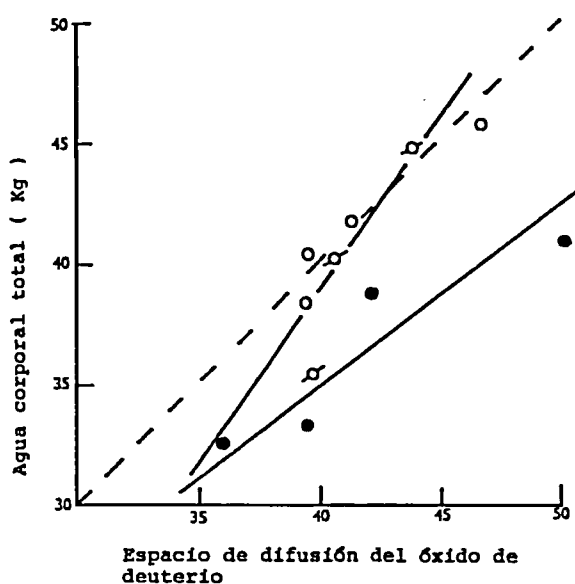


Figura 2. Relación entre el contenido en agua del cuerpo y el espacio de difusión del óxido de deuterio. (o 12 días lactación; o 41 días lactación; o 111 días lactación (Cowan *et al.*, 1979)).

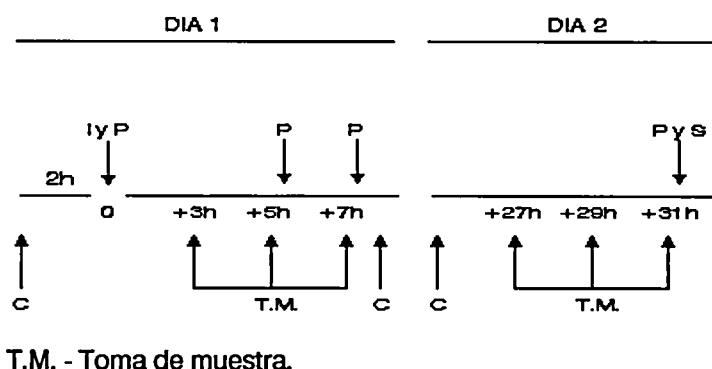
En nuestros ensayos hemos puesto de manifiesto también una gran variación en el ritmo fraccional de renovación y vida media del marcador en el agua de las ovejas, dependiendo de la fase fisiológica (tabla 7). Esta variación afectó a la relación entre el agua medida y el espacio de difusión del marcador en sangre a una hora determinada después de alcanzar el equilibrio con el agua corporal. Así, el coeficiente de variación de la ecuación de predicción del agua a partir del espacio de difusión del óxido de deuterio, calculado a partir de la concentración del marcador en sangre a una hora determinada después de alcanzar el equilibrio con el agua corporal. Así, el coeficiente de variación de la ecuación de predicción del agua a partir del espacio de difusión del óxido de deuterio, calculado teniendo en cuenta la concentración del marcador a las cinco horas post-infusión, disminuyó de 2,57% cuando se consideraron todos los datos globalmente a 2,29 cuando se consideró el efecto de la fase fisiológica ($P < 0,05$).

La variabilidad introducida por las variaciones en el ritmo fraccional de eliminación y vida media del marcador en el organismo (de escasa magnitud en nuestro caso debido a que el marcador alcanzó el equilibrio con el agua del organismo antes de las 3-5 horas post-infusión, independientemente de la fase fisiológica) puede ser anulada si en lugar de considerar la concentración del marcador a una hora determinada después de la infusión, se considera la concentración teórica del marcador en el momento de la infusión, estimada por extrapolación a cero de la recta obtenida al ajustar los valores de concentración, determinados a varias horas después de alcanzado el equilibrio, a una ecuación semilogarítmica (Robelín, 1973). El espacio de difusión calculado a partir de la concentración inicial estimada por extrapolación de la curva establecida con las concentraciones registradas a las 5, 7, 29 y 31 horas post-infusión, explicó el 96 % de la variación del contenido real en agua del cuerpo de las ovejas ($DSR = 0,677$, $C.V. = 2,27$), no viéndose la relación afectada de forma significativa por el efecto de la fase fisiológica ni por el plano de alimentación.

Predicción de la composición corporal de las ovejas a partir del peso vivo y del espacio de difusión del óxido de deuterio.

En las condiciones de manejo de los animales seguidas en los experimentos reseñados (Baucells, 1988), que se muestran en la figura 3,

la mayor precisión en la estimación del contenido en lípidos y energía del cuerpo se obtuvieron cuando se emplearon como variables independientes, el espacio de difusión del óxido de deuterio estimado por extrapolación a partir de las concentraciones del marcador registradas en sangre a las 5, 7, 29 y 31 horas post-infusión y el peso vivo de los animales registrado a las 4-7 horas post-infusión. Estas dos variables permitieron predecir el contenido en lípidos y energía del cuerpo con unos coeficientes de variación de 11,9 (DSR = 0,783 g) y 7,8 % (DSR = 7,032 Mcal.), no encontrándose un efecto estadísticamente significativo de la fase fisiológica (Baucells et al., 1989). Esta precisión es similar a la obtenida por otros autores que calculan el espacio de difusión por extrapolación al momento de infusión (Tissier et al., 1983, Bocquier y Theriez, 1984, Castrillo et al., 1984).



T.M. - Toma de muestra.

Figura 3. Pauta seguida en la distribución de alimento (C), control de peso (P), infusión del óxido de deuterio (I), toma de muestras de sangre (T.M.) y momento del sacrificio (S). (Baucells, 1988).

Teniendo en cuenta las DSR de las ecuaciones de predicción de lípidos y energía, el método descrito permitiría estimar el contenido en lípidos y energía del cuerpo de los animales con la precisión suficiente para poner en evidencia, con un margen de seguridad del 95%, diferencias de aproximadamente 700g de lípidos y 6,3 Mcal. de energía al comparar dos lotes de 10 ovejas cada uno. Estas diferencias corresponden aproximadamente a un 10 % y un 7 % del contenido en lípidos y energía, respectivamente, de una oveja de 46 Kg de PV y grado de engrasamiento medio (6,5 Kg de grasa y 90 Mcal.).

Aplicación del método.

El método descrito puede ser de gran utilidad para conocer la evolución de las reservas corporales de ganado ovino y estudiar, en experiencias de alimentación controlada, la medida en que la movilización de reservas grasas puede cubrir un déficit exógeno de energía, o bien efectuar un seguimiento de estas reservas en aquellas condiciones de explotación extensiva en las que, por ser difícil precisar el tipo de dieta y cuantificar la ingestión, ha de recurrirse para su evaluación al estudio de las variaciones que experimentan los rendimientos productivos, cuya respuesta a corto plazo es sabido que puede quedar enmascarado por la movilización de las reservas grasas.

El grado de precisión de la predicción de las reservas orgánicas puede considerarse adecuado para estos fines dada la gran variación que puede experimentar el contenido corporal en lípidos y energía a lo largo de la última fase de gestación y primera de lactación. Nuestros resultados y el de otros autores (Sykes, 1974, Cowan et al., 1981, Geenty y Sykes, 1986), muestran que el ganado ovino puede llegar a perder más del 50 % de sus reservas lipídicas a lo largo de su ciclo reproductivo, lo que en términos absolutos supone una variación media del orden de 5 Kg de lípidos, para una oveja de 45 Kg de PV y grado de engrasamiento medio.

La aplicación del método de vería limitada en buena medida si hubiese necesidad de establecer ecuaciones diferentes según la raza de animales y condiciones del medio. En la **tabla 8** se comparan las predicciones del contenido en lípidos y energía a partir de las ecuaciones propuestas por distintos autores, considerando una oveja tipo de 46 Kg de PV y espacio de difusión del marcador de 30 Kg. Aun teniendo en cuenta las diferencias en la raza de las ovejas, la fase fisiológica, el nivel de producción, manejo de los animales y método de estimación del espacio de difusión, el contenido en lípidos y energía predichos por las distintas ecuaciones son bastante próximos.

Es de destacar la proximidad de los valores obtenidos aplicando las ecuaciones de Baucells et al., (1989) y aquellas propuestas por Tissier et al., (1983) y Bocquier y Theriez (1984), autores que han aplicado el mismo método de estimación del espacio de difusión y con un manejo de los animales similar. Actualmente se están analizando conjuntamente los datos obtenidos por nosotros y los autores anteriormente citados, con el

fin de analizar los factores que en mayor medida puedan afectar a las ecuaciones de predicción y estudiar la posibilidad de proponer ecuaciones conjuntas que puedan ser aplicables a un amplio rango de razas, fases fisiológicas y condiciones del medio.

Tabla 8. Predicción del contenido en lípidos y energía del cuerpo de las ovejas a partir de ecuaciones propuestas por varios autores (para una oveja de 46 Kg de PV y un espacio de difusión del marcador de 30 Kg).

Referencias	Lípidos (Kg)	Energía (MJ)
Foot y Greenhalgh (1970)	5,74	---
Trigg <i>et al.</i> , (1978)	5,13	---
Doize <i>et al.</i> , (1979)	7,99	446
Tissier <i>et al.</i> , (1983)	7,62	426
Bocquier <i>et al.</i> , (1984)	5,45-7,31	347-418
Baucells <i>et al.</i> , (1989)	7,43	410

En cualquier caso, la necesidad de trabajar en condiciones suficientemente estandarizadas, junto con el elevado coste del método (del orden de 4000 ptas/oveja/determinación, con los precios de mercado que rigen actualmente), son los factores que pueden limitar en mayor medida la viabilidad del método, especialmente su aplicación a condiciones extensivas.

BIBLIOGRAFIA

- Arnold, R.N., Hentges, E.J., Trenkle, A. (1985). *J. Anim. Sci.* 60, 1188-1200.
- Baucells, M. (1988). *Estimación de la composición corporal en ganado ovino a partir del espacio de difusión del óxido de deuterio. Efecto de la fase fisiológica y del plano de alimentación.* Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Baucells, M., Castrillo, C., Guada, J.A., Purroy, A., Sebastián, I. (1989). *ITEA*, vol extra 9, 119-118.
- Bocquier, F. Therlez, M. (1984). En: *In vivo measurement of body composition in meat animals.* (Lister, D. Ed.). Elsevier applied Science Publi. London. 152-157.

- Castrillo, C., Therlez, M., Villette, Y. (1984). *Anales INIA*, **19**, 123-139.
- Castrillo, C., Baucells, M., Guada, J.A., Purroy, A., Sebastián, I. (1988). *Anim. Prod.*, **46**, 514. (Abstract).
- Cowan, R.T., Robinson, J.J. Greenhalgh, J.F.D., Mc. Hattie, I. (1979). *Anim. Prod.*, **29**, 81-90.
- Cowan, R.T., Robinson, J.J. Mc. Hattie, I., Fraser, C. (1980). *J. Agric. Sci. Camb.* **95**, 515-522.
- Cowan, R.T., Robinson, J.J. Mc. Hattie, I. Pennie, K. (1981). *Anim. Prod.*, **33**, 111-120.
- Chillard, Y., Remond, B., Agobriel, J., Robelin, J. y Verité, R. (1987). *Bull. Tech. CRZV. Theix. INRA*, **70**, 117-131.
- Delfa, R., Telxeira, A., Colomer-Rocher, F. (1987). *ITEA*, vol extra 7, 132-134.
- Delfa, R., Telxeira, A., Colomer-Rocher, F. (1989). *Animal Pod.*, **49**, 327-329.
- Donnelly, J.R. y Freer, M. (1974). *Aust. J. Agric. Res.*, **25**, 825-834.
- Foot, J. Skedd, E., Mc. Farlane, D.N. (1979). *J. Agric. Sci. Camb.*, **92**, 69-81.
- Forbes, J.M. (1969). *J. Agric. Sci. Camb.* **72**, 119-121.
- Garret, W.N. y Hinman, N. (1969). *J. Anim. Sci.* **28**, 1-5.
- Geenty, K.G. y Sykes, A.R. (1986) *J. Agric. Sci., Camb.*, **106**, 351-367.
- Gibon, A., Dedieu, B., Therlez, M. (1985). 10 Jour. Rech. ovine et caprine. INRA-ITOVIC. 178-212.
- Guada, J.A. (1991). Estatus nutritivo y estrategias de alimentación del ganado ovino en régimen extensivo. En: *Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña*. F.F. Bermúdez (ed.). CSIC. Madrid.
- Guerra, J.C., Thwaites, C.J., Edey, T.N. (1972). *J. Agric. Sci. Camb.*, **78**, 147-149.
- Jefferies, B.C. (1961). *Tasm. J. Agric.*, **32**, 19-21.
- MLC. (1981). *Feeding the ewe*. 2th. Pd. Meat and Livestock Comission. Bletenley.
- Moulton, C.R. (1923). *J. Biol. Chem.* **57**, 79-81.
- Paramlo, M.T. y Folch, J. (1985). *ITEA*, **58**, 29-44.
- Purroy, A. y Sebastian, I. (1987). *ITEA*, vol. Extra 7, 129-131.
- Ratray, P.V., Garrett, W.N., Hinman, N., East, N.E. (1974). *J. Anim. Sci.*, **39**, 687-693.
- Ratray, P.V. Trigg, T.E., Urlich, C.F. (1980). En *Energy metabolism*. (L.E. Mount. Ed.). Butterworths. London. 325-328.
- Reld, J.T., Bensadoun, A. y trece autores más. (1968). *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.*, 18-37.
- Robelin, J. (1973). *Ann. Biol. Ani., Bioch. Biophys.*, **17**, 95-105.
- Robinson, J.J., McDonald, J., McHattie, I., Pennie, K. (1978). *J. Agric. Sci. Camb.* **91**, 291-304.
- Russel, A.J.F. Doney, J.M., Gunn, R.G. (1969). *J. agric. Sci. Camb.* **72**, 451-454.
- Russel, A.J.F. Doney, J.M., Gunn, R.G. (1971). *Anim. Prod.*, **13**, 503-509.
- Sheng, H.P. y Huggins, R.A. (1979). *Am. J. Clin. Nutr.* **32**, 630-647.

- Sykes, A.R.** (1974). *J. agric. Sci. Camb.* **82**, 269-275.
- Telxelra, A., Delfa, R., Colomer-Rocher, F.** (1989). *Anim. Prod.* **49**, 273-280.
- Tissler, M. Therlez, M., Purroy, A., Bocqueler, F.** (1983). *Repr. Nutr. Dev.*, **23**, 693-707.