

## **EL SISTEMA DE LACTANCIA AFECTA A LA EFICIENCIA DE ALIMENTACIÓN Y AL PERFIL METABOLÓMICO DEL PLASMA DE CORDEROS EN LA ETAPA DE CEBO**

Santos<sup>1</sup>, A., Giraldez<sup>1</sup>, F.J., Trevisi<sup>2</sup>, E., Lucini<sup>3</sup>, L., Valdés<sup>1</sup>, C., Frutos<sup>1</sup>, J., Alonso<sup>1</sup>, M. y Andrés<sup>1</sup>, S.

<sup>1</sup>Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Universidad de León). Finca Marzanas E-24346, Grulleros, León, España. <sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Food and Environmental Science – Institute of Zootechnics, UCSC. Via Emilia Parmense 84, 29122, Piacenza, Italia. <sup>3</sup>Research Centre for Proteomics and Nutrigenomics, UCSC. Via Emilia Parmense 84, 29122, Piacenza, Italia. [alba.santos@igmm.csic.es](mailto:alba.santos@igmm.csic.es)

### **INTRODUCCIÓN**

Por razones económicas, pero también debido a los recursos limitados de nuestro planeta, hoy en día es imprescindible mejorar la eficiencia de alimentación de los animales de abasto. Para ello, es necesario comprender sobre qué factores se puede actuar para inducir cambios que permitan mejorar la eficiencia de alimentación. En este sentido, diversos estudios realizados en el periodo de lactancia han puesto de manifiesto que en este momento es posible programar cambios a largo plazo en el metabolismo de los animales (Ruchat et al., 2014). Sin embargo, en estos estudios no se han llegado a esclarecer totalmente ni los mecanismos moleculares subyacentes ni el papel que la alimentación desempeña dentro de este marco, por lo que es necesario un conocimiento más profundo que permita desarrollar estrategias aplicables en las primeras etapas de la vida dirigidas a mejorar la eficiencia de producción de los animales en fases posteriores. Bajo este punto de vista, el perfil metabolómico puede ser una herramienta clave para identificar rutas metabólicas modificadas por la alimentación en las primeras etapas de la vida (Carrillo et al., 2016). Teniendo en cuenta lo expuesto, el presente estudio se realizó para estudiar, en corderos, el efecto del sistema de lactancia sobre la eficiencia productiva y el perfil metabolómico plasmático en la etapa postdestete, concretamente en la etapa de cebo.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

En este estudio se utilizaron 40 corderos de raza merina que se asignaron a dos grupos experimentales de 20 animales cada uno, equilibrados por el peso vivo al nacimiento ( $4,77 \pm 0.213$  kg). Durante todo el periodo de lactancia, el primer grupo (*ad libitum*, ADL) se mantuvo permanentemente con las madres. Los animales del segundo grupo (restringido, RES) permanecieron separados de sus madres de 9 a 18 h, y las madres se ordeñaron cada día a las 17:00 p.m. Los corderos se pesaron dos veces a la semana a lo largo de todo el experimento. El destete progresivo de los animales comenzó cuando estos alcanzaron los 13,5 kg PV y finalizó a los 15 kg PV. Tras el destete, los animales se alojaron individualmente y se alimentaron con la misma ración completa granulada administrada de forma restringida (40 g/kg PV) para evitar diferencias en la ingestión durante el periodo de cebo. Se recogieron diariamente los restos de alimento y se calculó, una vez a la semana, la ingestión de materia seca (IMS) de cada animal. La extracción de sangre se realizó cuando los animales alcanzaron los 25 kg de peso y el plasma se almacenó a  $-80^{\circ}$  C. Los animales se sacrificaron con 27 kg PV, registrándose el peso de la canal (caliente y fría) y de todos los órganos. La ganancia diaria de peso (GDP) de los animales seleccionados para el estudio metabolómico se calculó mediante regresión lineal entre el peso corporal del cordero y el día.

El plasma de 12 de animales representativos de cada grupo se analizó por duplicado para cada muestra para obtener el perfil metabolómico. Para ello, se utilizó un equipo de cromatografía líquida acoplado a un detector de espectrometría de masas (UPLC/QTOF-MS) (Agilent Technologies Santa Clara, CA, EE. UU.). La identificación de los compuestos se basó en la masa exacta y el patrón isotópico, y se realizó utilizando las bases de datos KEGG y "Metlin" (Agilent Technologies). Tras la normalización ( $\log_2$ ) de las abundancias, se realizó un análisis ANOVA ( $P=0,1$ , test de corrección múltiple de Bonferroni) y se calculó la magnitud del cambio ("fold-change", cut-off = 3). Además, se realizó un análisis discriminante de las muestras mediante regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS-DA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como cabría esperar, en el periodo de lactancia los animales del grupo RES presentaron una ganancia diaria de peso un 28% inferior a la registrada para los animales del grupo ADL (Tabla 1). Sin embargo, una vez alcanzado el peso al destete, los animales del grupo RES también manifestaron ganancias de peso inferiores y valores de índice de conversión (IC) superiores a las del grupo ADL a pesar de que a lo largo de este periodo el nivel de ingestión de materia seca fue similar en ambos grupos.

El grupo RES presentó una menor cantidad de grasa mesentérica y mayor cantidad de grasa omental y perirrenal, lo que indica diferencias en el patrón de deposición de grasa con respecto al grupo ADL. Por otro lado, cabe destacar que no hubo diferencias en el peso del intestino delgado ( $P>0,05$ ), si bien este representó una mayor proporción respecto al peso total del intestino ( $P<0,05$ ) en el grupo RES. Estos resultados no concuerdan, aparentemente, con los obtenidos por otros autores, en los que se observó un menor tamaño de dicho órgano en los corderos sometidos a un periodo de restricción de alimento, respecto al grupo control (Greenwood et al., 2004). Sin embargo, en nuestro estudio el sacrificio de los animales se realizó a los 27 kg, de modo que es factible que, de haber existido, las diferencias provocadas por la restricción de alimento durante la lactancia desapareciesen a lo largo del periodo de cebo, etapa en la que la ingestión de alimento fue similar para ambos grupos. Asimismo, es posible que el efecto sobre el tamaño de los diferentes órganos dependa también del nivel de restricción (Greenwood et al., 2004).

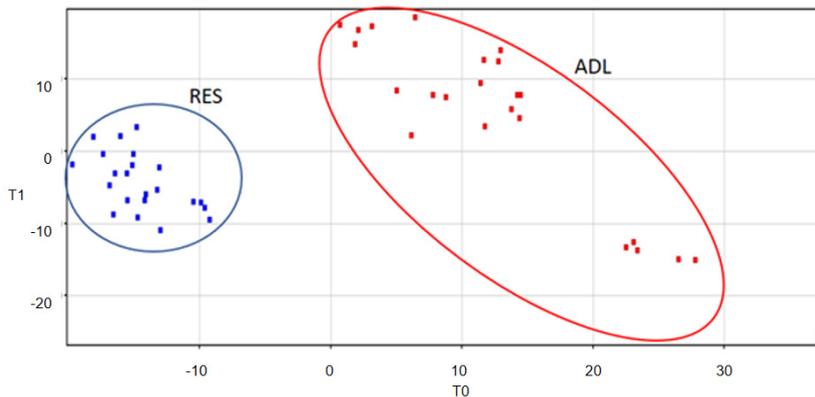
**Tabla 1.** Estadística resumen de los parámetros de crecimiento y eficiencia, así como parte de la composición de la no canal tras el sacrificio para los dos grupos experimentales.

	A voluntad	Restringido	DER <sup>a</sup>	Significación
<b>Caracteres de eficiencia</b>				
GDP durante la lactancia (g/día)	267	191	41,2	***
GDP durante el cebo (g/día)	202	165	25	**
Ingestión (g MS/día)	603	607	25,86	NS
Índice de conversión (IC)	3,05	3,69	0,369	***
<b>Depósitos de grasa (g)</b>				
Omental	101	129	92,2	†
Mesentérica	214	161	27,2	**
Perirrenal	86	141	44,5	**
<b>Intestino delgado</b>				
g	785	732	103,9	NS
g/g total intestino	0,69	0,66	0,037	*

<sup>a</sup> Desviación estándar residual. \* $P<0,05$ , \*\* $P<0,01$ , \*\*\* $P<0,001$ , †  $P<0,10$ ; NS:  $P>0,05$ .

Por otra parte, el estudio metabolómico permitió separar y cuantificar 4026 metabolitos en el plasma de los animales estudiados. El análisis PLS-DA permitió obtener varios *clusters* que ilustraron perfectamente las diferencias entre estos dos grupos experimentales (Figura 1).

De todos estos metabolitos, tan solo 198 presentaron diferencias en los niveles plasmáticos de los dos grupos ( $P<0,1$ ), y de entre éstos tan solo 51 pudieron ser identificados con las bases de datos empleadas. En cualquier caso, de los 51 metabolitos identificados, 14 de ellos estaban aumentados en el grupo ADL y 37 disminuidos con respecto al grupo RES. Es destacable que en el grupo RES se detectase una mayor cantidad de metabolitos relacionados con la oxidación mitocondrial de ácidos grasos por debajo de 18 átomos de carbono. Sin embargo, el ácido 3-oxo-tricosanoico, cuya oxidación tiene lugar en los peroxisomas, mostró niveles más elevados en el grupo ADL. Esos datos, en todo caso, parecen indicar diferencias en el metabolismo de las grasas provocadas por el nivel de alimentación en la lactancia, que podrían estar relacionadas, a su vez, con las diferencias observadas en los depósitos grasos (Tabla 1).



**Figura 1.** Análisis discriminante de las muestras de plasma utilizando el perfil metabolómico de los dos grupos experimentales (RES y ADL).

En conclusión, la restricción de alimento durante la fase de lactancia afecta al metabolismo lipídico de los corderos en la fase de cebo, lo que podría haber provocado las diferencias observadas en la ganancia diaria de peso y en la eficiencia de utilización de los alimentos de los corderos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrillo, J.A. et al., 2016. Sci. Rep. 6: 25948.
- Greenwood, P.L. et al., 2004. J. Anim. Sci. 82: 422-428.
- Ruchat, S.M. et al., 2014. Curr. Nutr. Rep. 3: 281-288.

**Agradecimientos:** Este estudio ha sido apoyado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España a través de sus becas de post-grado de Formación del Profesorado Universitario (ref: FPU15/01630), y se enmarca dentro del proyecto AGL2014-54124R.

#### THE SUCKLING REGIMEN AFFECTS FEED EFFICIENCY AND METABOLOMIC PROFILE OF LAMBS IN THE FATTENING PERIOD

**ABSTRACT:** The increment of world population increases the need of improving feed efficiency traits of livestock. However, the molecular mechanisms underlying different feed efficiency traits and their regulation by nutrition remain poorly understood. The present study was designed to identify plasmatic metabolites and metabolic pathways of fattening merino lambs caused by milk restriction during the suckling period. Forty male lambs were assigned randomly to two groups (n=20 per group) with different suckling regime: ADL (lambs were kept continuously with their dams) and RES (lambs were allowed to suck for 15 hours). When they reached 15 kg of live body weight (LBW), all the animals were offered the same complete pelleted diet at a restricted level (40 g DM/kg LBW). All the lambs were slaughtered with 27 kg of LBW and 12 representative animals from each group were selected for the analysis. Metabolomic analysis was carried out on a mass spectrometer coupled to an UHPLC chromatographic system (UHPLC/QTOF-MS). According to the data obtained in the present study, a restricted milk intake level during the suckling period of merino lambs promoted long term effects on efficiency traits and metabolic profile which might have modified fatty acids metabolism during the fattening period.

**Keywords:** feeding efficiency, lamb, fattening, metabolomics.