

**EFFECTO DEL TIEMPO DE ESPERA EN EL MATADERO SOBRE EL BIENESTAR DE CORDEROS LECHALES**

**EFFECT OF LAIRAGE IN SLAUGHTERHOUSE ON SUCKLING LAMB WELFARE**

De la Fuente<sup>1</sup>, J., Pérez<sup>2</sup>, C., González de Chavarri<sup>1</sup>, E., Apeleo<sup>1</sup>, E., Lauzurica<sup>1</sup>, S., Vieira<sup>4</sup> C. y Díaz<sup>3</sup>, M.T.

<sup>1</sup>Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, <sup>2</sup>Dpto. Fisiología (Fisiología Animal), Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Puerta de Hierro, s/n, 28040 Madrid. <sup>3</sup>Dpto. Tecnología de los Alimentos, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ctra. de la Coruña km 7.5, 28040 Madrid. <sup>4</sup>Estación Tecnológica de la Carne (ITACyL). Consejería de Agricultura y Ganadería de Castilla y León, Avda Filiberto Villalobos s/n, 37770 Guijuelo, Salamanca E-mail: jefuente@vet.ucm.es (De la Fuente, J.).

**RESUMEN:** En este trabajo se estudia el efecto que el tiempo de espera antes del sacrificio tiene sobre el bienestar y la calidad de la canal y la carne en corderos lechales. Se han estudiado cuatro tiempos de espera, L0 sin periodo de espera, L3 espera de 3 h, L6 espera de 6 h y L12 espera de 12 h. Se han valorado parámetros sanguíneos, cortisol, creatin kinasa (CK), lactato deshidrogenasa (LDH), proteínas totales y proteína amiloide A, así como pérdidas de peso por la espera, calidad de la canal y la evolución del pH de la carne en dos músculos *longissimus* y *semitendinosus*. Los corderos que estuvieron esperando 12 h mostraron un mayor nivel de cortisol, proteínas totales y proteína amiloide A, además de tener una mayor pérdida de peso, lo que indica que tuvieron una mayor respuesta de estrés y mayor deshidratación. El pH de la carne fue más alto en los dos músculos para el grupo que estuvo esperando 3 h. El incremento de tiempo de espera afecta al bienestar del animal pero no a la calidad de la carne.

**PALABRAS CLAVES:** Tiempo de espera, parámetros sanguíneos, calidad de la carne, lechales

**SUMMARY:** In this paper, the effect of lairage before slaughter on the welfare and carcass and meat quality in suckling lambs has been studied. Four lairage times have been evaluated, L0 no-lairage, L3 lairage of 3 h, L6 lairage of 6 h and L12 lairage of 12 h. Blood parameters, cortisol, creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), total protein and amyloid A protein, weight loss during lairage, carcass quality and meat pH in two *longissimus* and *semitendinosus* muscles have been studied. Lambs with a lairage of 12 hours showed higher level of cortisol, total protein and amyloid A protein, besides a greater live weight loss, indicating that had a higher stress response and further dehydration. The meat pH was higher in both muscles in the group L3. The lairage increased animal welfare concerns but not the quality of the meat.

**KEYWORDS:** Lairage, blood parameters, meat quality, suckling lamb

**INTRODUCCIÓN**

El efecto de la espera en el matadero sobre el bienestar y sobre la calidad de la canal y de la carne es uno de los aspectos más discutidos en el sacrificio de los animales (FAWC, 2003). Varios autores señalan que la que espera en matadero les permite reponer las concentraciones de glucógeno muscular y reduce la pérdida de peso debido a la rehidratación, permitiendo recuperarse de los efectos del transporte (Mounier et al., 2006). Otros autores, sin embargo, piensan que el entorno de los corrales de espera en sí mismo pueden inhibir la capacidad de los animales para descansar o recuperarse de los efectos de la restricción de alimento y agua (Jarvis, et al.,1996) y que periodos de espera largos se asocian con una disminución de la calidad de la canal y de la carne (Gallo et al., 2003). Los animales jóvenes son especialmente vulnerables al estrés asociado con el manejo previo al sacrificio y acciones tales como el manejo en la granja, carga, transporte, descarga y estabulación puede causar mayor respuesta de estrés que para los animales adultos (Bernardini et al., 2012). Existe escasa información sobre el efecto que el tiempo de espera antes del sacrificio tiene sobre el bienestar o la calidad de la carne en corderos lechales. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar el efecto de diferentes tiempos de espera sobre parámetros sanguíneos y de calidad de canal y carne de corderos lechales.

## MATERIAL Y METODOS

Para esta prueba se emplearon 48 corderos lechales de la raza Lacaune con un peso vivo medio ( $\pm$  ES) de  $11,96 \pm 0,24$  kg. Los corderos fueron alimentados con lactorreemplazante *ad libitum*. Antes del transporte los corderos fueron pesados (peso vivo en granja, PVG) y se les tomó una muestra de sangre de la vena yugular para determinar los parámetros sanguíneos basales, asignándoles al azar a uno de los cuatro tiempos de espera: **L0**, sacrificados tras la descarga; **L3**, mantenidos 3 h en los corrales de espera, **L6**, mantenidos 6 horas en los corrales; **L12**, permanecieron 12 h en los corrales. En los corrales de espera se les proporcionó agua pero no alimento. Los corrales de espera no permitan la visión de otros corrales, tenían cama de paja y estaban a una densidad de  $0,50 \text{ m}^2/\text{cordero}$ . Después del tiempo de espera fijado, o tras la descarga para L0, los corderos se pesaron (peso vivo sacrificio, PVS), y fueron aturdidos eléctricamente (110 V, 2 s). En el sangrado se tomó otra muestra de sangre para determinar los parámetros sanguíneos después de la espera. Las muestras de sangre tomadas tanto inicialmente como en la exsanguinación fueron divididas en dos tubos, uno con EDTA como anticoagulante para la determinación del cortisol, creatinina quinasa (CK), lactato deshidrogenasa (LDH), proteínas totales y proteína amiloide A y otro tubo con NaF para determinar la glucosa. Todos los tubos se centrifugaron a 3.000 rpm durante 10 minutos en la primera hora tras la toma de la muestra. Los tubos fueron congelados a  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  hasta su análisis posterior. El cortisol se midió utilizando un kit EIA comercial. La CK y LDH fueron medidos usando un analizador automático. Las proteínas totales fueron determinadas por el método de Biuret. La proteína amiloide A se determinó utilizando el kit comercial Tridelta Phase™ Serum Amyloid A Assay Range. Las pérdidas de peso se calcularon como  $(\text{PVG} - \text{PVS}) / \text{PVG} \times 100$ . Se pesó la canal tras el faenado (peso canal caliente, PCC), y se tomó una muestra de hígado del lóbulo anterior, congelándose inmediatamente en nitrógeno líquido para analizar la concentración hepática de glucógeno. Se tomó una muestra del músculo *longissimus* del lado izquierdo de la canal a nivel de la última costilla, congelándose inmediatamente en nitrógeno líquido para determinar la concentración inicial de glucógeno muscular. Los valores de pH se midieron a 0, 45 min, 3 h y 24 h post-mortem en los músculos *longissimus* (entre la última vértebra torácica y la primera lumbar) y *semitendinosus*, utilizando un electrodo de penetración adaptado para un pH-metro portátil. Las canales se refrigeraron a  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 24 h tras lo cual se volvieron a pesar para tomar el peso de la canal fría (PCF). El rendimiento a la canal se calculó como  $\text{PCF} / \text{PVS} \times 100$ , y las pérdidas por refrigeración como  $(\text{PCC} - \text{PCF}) / \text{PCC} \times 100$ . Se tomó otra muestra del músculo *longissimus* al mismo nivel que la anterior pero del lado derecho, congelándose inmediatamente en nitrógeno líquido para determinar la concentración de glucógeno muscular a las 24 h. La concentración de glucógeno en el hígado y en el músculo se determinó según la técnica descrita por Dreiling et al. (1987). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software Statgraphics Plus v 5.1 (2000). Los parámetros sanguíneos se analizaron con un análisis de covarianza, donde la covarianza fue el parámetro sanguíneo basal. Las características de la canal, el contenido de glucógeno del hígado y del músculo y pH de la carne se analizaron mediante un ANOVA de una vía. Se realizó el Test de Tukey para determinar las diferencias entre los cuatro grupos cuando el modelo general fue significativo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presenta el resultado de los parámetros sanguíneos estudiados y la concentración de glucógeno hepático y muscular. Se observa como la concentración de cortisol aumentó con el tiempo de espera, lo que nos indica que tiempos de espera prolongados les supone a los corderos lechales una mayor respuesta de estrés. Cockram y Corley (1991) encontraron una relación directa entre la concentración de cortisol y el tiempo de espera en terneras. Sin embargo, Ibañez et al. (2002) observaron unos valores de cortisol más bajos en corderos lechales después de 3 horas de espera con respecto a los que estuvieron 1 hora y media. La actividad de la CK y de la LDH no estuvieron afectadas por el tiempo de espera. Las proteínas totales fueron significativamente más elevadas en los corderos que estuvieron más tiempo de espera, lo que nos hace indicar que existe una deshidratación en los mismos por la pérdida de volumen de líquido plasmático. Por lo tanto en animales jóvenes el aporte de agua en los bebederos durante la espera no les permite su rehidratación, aunque según Jacob et al. (2006) el tiempo de espera potencialmente

permitiría a los animales reponer el glucógeno muscular y reducir la deshidratación y la pérdida de peso de la canal. La proteína amiloide A es una proteína de fase aguda de respuesta positiva, puesto que sus niveles se ven incrementados en respuesta a los daños producidos (Piñeiro et al., 2003). En nuestro estudio la proteína amiloide A se ve aumentada a medida que aumenta el tiempo de espera. Alsemgeest, et al. (1995) encontraron en terneros jóvenes que la proteína amiloide A era superior cuando los animales eran sometidos a estrés físico. El tiempo de espera tuvo un efecto significativo sobre el contenido de glucógeno hepático, disminuyendo a medida que el tiempo de espera aumenta. El contenido de glucógeno hepático fue aproximadamente 52% menor en los corderos mantenidos 3 h en espera en comparación con corderos sacrificados a la llegada, siendo aproximadamente un 92 % menor en los que esperaron 12 h (Tabla 1), debido posiblemente al ayuno durante la espera. En respuesta al ayuno, el glucagón liberado activa la enzima glucógeno-fosforilasa, encargada de catalizar la hidrólisis del glucógeno hepático (Jacob et al., 2005). Se ha observado una tendencia a reducirse la concentración de glucógeno muscular con el tiempo de espera. Según Jacob et al. (2005) la concentración de glucógeno muscular podría no verse reducida por la privación de la comida durante la espera, ya que las reservas de glucógeno muscular se agotan principalmente cuando la intensidad del ejercicio supera el umbral anaeróbico. En este sentido, en nuestro estudio el manejo fue adecuado durante la carga, transporte y descarga, y no fueron sometidos a una actividad física intensa. Sin embargo, la concentración de glucógeno muscular en el músculo *longissimus* fue 14% menor en los corderos que estuvieron esperando 3 horas en comparación con aquellos sacrificados a su llegada, y llegó a ser un 28% menor cuando los corderos permanecieron 12 horas en espera, lo que pudo ser como consecuencia del mayor nivel de cortisol encontrado en los corderos de este lote. En la tabla 2 se presentan los datos de los pesos vivos, de las características de la canal y de los valores de pH en los músculos *longissimus* y *semitendinosus* en función de los tiempos de espera previos al sacrificio. El tiempo de espera no afectó a las características de la canal. Las pérdidas de peso vivo estuvieron afectadas por el tiempo de espera, siendo mayores en los corderos del grupo L12 en comparación con L0, aunque este último tuvo unas pérdidas de peso por el transporte del 5,4 % con respecto al PVG. Estas pérdidas en los corrales de espera aumentan aproximadamente un 0,34 % por hora de espera y podrían atribuirse al ayuno. Este resultado está de acuerdo con Thompson et al. (1987) quienes encontraron que las pérdidas de peso vivo de corderos oscilaba entre 0,09 a 0,34% por hora de ayuno. En el músculo *longissimus* el pH más alto a los 0 h, 45 min y 3 h y 45 min, lo presentó el grupo que fue sacrificado inmediatamente L0, sin embargo a las 24 horas fue el grupo L3 el que tuvo el mayor valor. En el músculo *semitendinosus* el pH a las 24 h fue el único afectado por el tiempo de espera, siendo el más alto para el grupo L3. Estos resultados están en concordancia con estudios similares para corderos más pesados, que observaron que un tiempo de espera corto causa un aumento del pH inicial y final en comparación con corderos no transportados o con aquellos mantenidos en espera durante 18 h (Ekiz et al., 2012). Como conclusión el aumento del tiempo de espera afecta negativamente al bienestar de corderos lechales, aunque la calidad de la carne no se encuentra afectada. A partir de este estudio los corderos lechales deberían ser sacrificados inmediatamente tras su llegada a matadero sin demoras.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsemgeest, S.P.M., Lambooy, I.E., Wierenga, H.K., Dieleman, S.J., Meerkerk, B., van Ederen, A.M. & Niewold, Th.A. 1995. *Vet. Quart.* 17: 9-12 • Bernardini, D., Gerardi, G., Peli, A., Nanni Costa, L., Amadori, M., & Segato, S. 2012. *J. Anim. Sci.* 90: 1183-1191 • Cockram, M.S. & Corley, K.T.T. 1991. *Brit. Vet. J.* 147: 444-454 • Dreiling, C.E., Brown, D.E., Casale, L., & Kelly, L. 1987. *Meat Sci.* 20:167-177 • Ekiz, B., Ekiz, E.E., Kocak, O., Yalcintan, H., & Yilmaz, A. 2012. *Meat Sci.* 90:967-976 • FAWC. (2003). Available on: <http://www.fawc.org.uk/reports/pb8347.pdf>. • Gallo, C., Lizondo, G., & Knowles, T. G. 2003. *Vet. Rec.* 152:361-364 • Ibáñez, M., De la Fuente, J., Thos, J. & Chavarri and González de Chavarri, E. 2002. *Anim. Welf.* 11:223-230 • Jacob, R.H., Pethick, D.W. & Chapman, H.M. 2005. *Aust. J. Exp. Agric.* 45:543-552 • Jarvis, A.M., Harrington, D.W.J. & Cockram, M.S. 1996. *Appl. Anim. Beh. Sci.* 50:83-94 • Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N., Edwards, J.E., Watkins, P.E., & Phillips, A.J. 1997. *Vet. Rec.* 140:116-124 • Mounier, L., Dubroeuq,

H., Andanson, S., & Veissier, I. 2006. J. Anim. Sci. 84:1567-1576 • Piñeiro, M., Alava, M. & Lampreave, F. 2003. 4th Eur. Coll. Acute Phase Proteins • Thompson, J.M., O'Halloran, W.J., McNeil, D.M.J., Jackson-Hope, N.J., & May, T.J. 1987. Meat Sci. 20: 293-309 • Warris, P.D., Brown, S.N., Knowles, T.G., Kestin, S.C., Edwards, J.E., Dolan, S.K. & Phillips, A.J. 1995. Vet. Rec. 104: 390-392

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por los proyectos RTA2009-00069-C02-01 (INIA) y P2009/AGR-1704 (Comunidad de Madrid). Los autores agradecen al CONICITY-Chile por la concesión de la beca predoctoral a Elizabeth Apeleo.

**Tabla 1.- Efecto del tiempo de espera sobre los parámetros sanguíneos estudiados y el glucógeno hepático y muscular**

	L0	L3	L6	L12	EEM	Significación
Cortisol <sup>1</sup> (µg/dL)	8,97 <sup>a</sup>	11,55 <sup>ab</sup>	9,81 <sup>ab</sup>	13,73 <sup>b</sup>	0,14	*
CK <sup>2</sup> (UI/L)	140,0	162,2	106,7	176,9	0,23	NS
LDH <sup>3</sup> (UI/L)	479,1	563,3	508,1	612,1	0,11	NS
Proteínas totales (g/dL)	6,15 <sup>a</sup>	6,40 <sup>ab</sup>	6,51 <sup>ab</sup>	6,84 <sup>b</sup>	0,44	***
Glucosa (mg/dL)	108,8	115,7	105,3	100,6	13,37	NS
Proteína Amiloide A <sup>4</sup> (ng/mL)	1,28 <sup>a</sup>	1,76 <sup>ab</sup>	1,77 <sup>ab</sup>	2,03 <sup>b</sup>	0,21	***
Glucógeno						
Hepático (mg /g de tejido)	38,08 <sup>c</sup>	18,25 <sup>b</sup>	10,73 <sup>ab</sup>	2,93 <sup>a</sup>	14,95	***
Muscular (mg /g de tejido)						
30 min <sup>#</sup>	12,22	10,56	9,56	8,79	3,41	+
24 h <sup>#</sup>	2,89	2,21	2,84	1,69	1,66	NS

<sup>a,b,c</sup> Letras diferentes muestran diferencias significativas (P<0,05). EEM: error estándar de la media. Transformación de datos para realizar el análisis de la varianza: <sup>1</sup>log<sub>10</sub> Cortisol; <sup>2</sup>log<sub>10</sub> CK; <sup>3</sup>log<sub>10</sub> LDH; <sup>4</sup>log<sub>10</sub> Proteína amiloide A. EEM y Significación de los datos transformados. Los valores medios son los datos sin transformar para mejorar su interpretación. <sup>#</sup>Tiempo tras el sacrificio. Significación: + P < 0,1; \* P < 0,05, \*\*\* P < 0,001, NS: no significativo.

**Tabla 2.- Efecto del tiempo de espera sobre los pesos vivos, características de la canal y pH en los músculos longissimus y semitendinosus**

	L0	L3	L6	L12	EEM	Significación
Peso vivo en granja (kg)	13,07	12,83	12,69	12,70	1,50	NS
Peso vivo en matadero (kg)	12,41	12,05	11,75	11,48	1,55	NS
Pérdida de peso (%)	5,40 <sup>a</sup>	6,39 <sup>ab</sup>	7,44 <sup>ab</sup>	9,69 <sup>b</sup>	3,66	*
PCC (kg)	6,52	6,53	6,29	6,30	0,90	NS
PCF (kg)	6,40	6,39	6,14	6,13	0,89	NS
Rendimiento a la canal (%)	51,78	52,81	52,31	53,46	2,52	NS
Pérdidas por refrigeración (%)	2,10	2,26	2,43	2,79	0,65	NS
pH <i>longissimus</i>						
0 h	6,80 <sup>b</sup>	6,81 <sup>b</sup>	6,69 <sup>a</sup>	6,75 <sup>ab</sup>	0,12	*
45 min	6,75 <sup>b</sup>	6,77 <sup>b</sup>	6,63 <sup>ab</sup>	6,51 <sup>a</sup>	0,19	**
3 h	6,44 <sup>b</sup>	6,33 <sup>ab</sup>	6,21 <sup>a</sup>	6,25 <sup>ab</sup>	0,19	*
24 h	5,63 <sup>a</sup>	5,73 <sup>b</sup>	5,66 <sup>ab</sup>	5,64 <sup>ab</sup>	0,08	*
pH <i>semitendinosus</i>						
0 h	6,34	6,51	6,41	6,40	0,20	NS
45 min	6,27	6,41	6,35	6,20	0,20	NS
3 h	6,19	6,28	6,29	6,13	0,26	NS
24 h	5,65 <sup>a</sup>	5,92 <sup>b</sup>	5,71 <sup>ab</sup>	5,68 <sup>ab</sup>	0,22	*

<sup>a,b,c</sup> Letras diferentes muestran diferencias significativas (P<0,05). EEM: error estándar de la media. Significación: + P < 0,1; \*\* P < 0,01, NS: no significativo.