UTILIZACIÓN DE IMÁGENES DE LA RETINA COMO SISTEMA DE AUDITORÍA DE LA IDENTIFICACIÓN DE OVINO EN GRANJA Y MATADERO

Rojas-Olivares, M.A., Caja, G., Carné S. y Salama A.A.K.
Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. gerardo.caja@uab.es

INTRODUCCIÓN

La trazabilidad es un elemento clave en el mercado agroalimentario globalizado y, en el caso de la carne, supone el seguimiento del animal desde el nacimiento hasta el punto final de sacrificio, venta y/o consumo, lo que es un proceso complejo y escasamente resuelto en la actualidad (Arana et al., 2002). La trazabilidad requiere de un sistema de marcado individual (que sea factible en la práctica, único, permanente e intransferible) y de un sistema de custodia de la identidad (que sea creíble y verificable), tal como han señalado McKean (2001) y Caja et al. (2002, 2004). La identificación por medio de la imagen retinal (**IR**), es una opción de interés para auditar la trazabilidad de los animales. El sistema se basa en las características irrepetibles del patrón vascular de la retina de cada ojo y que se aprecian desde el nacimiento (Golden et al.,1999).
El objetivo del presente trabajo fue evaluar la utilización de la IR como sistema de verificación de la identidad de ganado ovino en condiciones de granja y matadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 152 corderos destetados de razas Lacaune (n = 70) y Manchega (n = 82) del rebaño experimental del S1GCE (Servei de Granges i Camps Experimentals) de la Universitat Autònoma de Barcelona. Los corderos se identificaron al nacimiento con un crotal oficial de plástico para corderos destinados al matadero (Allflex-Azasa, Madrid) y, al destete (30 d y 10-12 kg PV) con un crotal y un mini-bolo (Allflex-Azasa) para corderos destinados a la reposición, de acuerdo con el sistema oficial español (RD 947/2005 y la OM APA/398/2006). Los corderos se engordaron a base de pienso y paja ad libitum en grupos de 25 según su fecha de destete. Cuatro corderos (2.6%) murieron durante el cebo. A la edad (3 meses) y peso (23 kg PV) de mercado, parte de ellos fueron sacrificados (n = 74) en el matadero de Osvac (Sabadell, Barcelona) y el resto se seleccionaron para reposición del rebaño experimental (n = 58) o venta como reproductores (n = 16).
La captura de las IR se realizó mediante un equipo portátil OptiReader (Optibrand, Fort Collins, CO, USA), por duplicado en cada ojo y animal, a las edades de: 3 (vivos, n = 152; sacrificados, n = 50), 6 (vivos, n = 58) y 12 meses (vivos, n = 58). Todas las IR (n = 1.272) las obtuvo el mismo operador, en el interior del aprisco y con el animal inmovilizado en un cornadizo. Además de la IR se tomó una fotografía del crotal, la fecha y el tiempo de captura (TC) de cada imagen. En el caso de los corderos sacrificados, las IR se tomaron de las cabezas cortadas en la línea de matanza.
Las IR fueron almacenadas como archivos Blob (binary large object) en una memoria extraíble, posteriormente descargadas en un PC portátil y procesadas mediante el programa Optibrand Data Management Software (version 4.1.3). Finalmente fueron transferidas a la base de datos centralizada de Optibrand via internet. El grado de coincidencia de 2 imágenes se calculó mediante el programa de Optibrand, expresando el resultado (Matching score, **MS**) en una escala de 0 (sin coincidencia) a 100 (coincidencia total). Se realizaron comparaciones entre duplicados de imágenes del mismo ojo y entre imágenes del mismo ojo a edades o estados diferentes, tomando como referencia las imágenes capturadas a 3 meses y con el operador entrenado. El valor umbral de confirmación de identidad fue MS ≥ 80. Los resultados de MS se analizaron con el procedimiento CATMOD y los de TC con el MIXED de SAS (v. 9.1, SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El operador necesitó un período de entrenamiento de 2 semanas (264 imágenes) a fin de obtener repetidamente IR de calidad (patrón vascular nítido y posicionado en el centro de la imagen). Los resultados obtenidos figuran en la Tabla 1.

***Tabla 1**. Indices de coincidencia (MS)[1] según las imágenes comparadas y la raza*

Comparación	Edad (meses)	Situación	Raza		Total
			Manchega	Lacaune	
Intra-clase (repeticiones)	3	Periodo entrenamiento	92.5 ± 1.8 (n = 33)	91.7 ± 1.4 (n = 33)	92.1 ± 0.8 (n = 66)
		Vivos	97.5 ± 0.5 (n = 49)	94.8 ± 1.0 (n = 37)	96.4 ± 0.5 (n = 86)
		Sacrificados	70.5 ± 3.0[a] (n = 29)	63.1 ± 2.2[b] (n = 21)	67.4 ± 2.0 (n = 50)
	6	Vivos	96.2 ± 0.8 (n = 28)	96.2 ± 0.9 (n = 30)	96.2 ± 0.6 (n = 58)
	12	Vivos	96.4 ± 1.0 (n = 28)	96.3 ± 0.8 (n = 30)	96.3 ± 0.6 (n = 58)
Inter-clase	3 vs. 6	Vivos	91.8 ± 1.9 (n = 28)	90.1 ± 1.6 (n = 30)	90.9 ± 1.2 (n = 58)
	3 vs. 12	Vivos	91.7 ± 1.6 (n = 28)	89.6 ± 1.5 (n = 30)	90.6 ± 1.1 (n = 58)
	3	Vivos vs. sacrificados	60.2 ± 2.5 (n = 29)	55.9 ± 2.3 (n = 21)	58.4 ± 1.8 (n = 50)

[1]Media ± ES; [a, b] Letras distintas indican diferencias entre razas ($P < 0.05$).

Al comparar las IR del mismo ojo (repeticiones) en los corderos vivos a una edad determinada (3, 6 y 12 meses), los valores de MS se situaron entre 92-98. El valor mas bajo correspondió a las IR capturadas en las 2 primeras semanas de entrenamiento del operador. Al eliminar este periodo, los valores se situaron entre 95-98, indicando una elevada repetibilidad del método. El efecto de la raza no fue significativo ($P > 0.05$) para ninguno de los períodos intra-edad analizados en los corderos vivos (Tabla 1).

El TC (Tabla 2) disminuyó marcadamente al superarse el entrenamiento ($P < 0.05$), y lo hizo de forma cuadrática ($R^2 = 0.95$) en las IR capturadas en corderos vivos entre 3 y 12 meses. Sin embargo, en este caso, la raza mostró un efecto significativo sobre el TC ($P < 0.05$) a los 3 y 12 meses, siendo en ambos casos mayor en los corderos Lacaune que en los de raza Manchega (Tabla 2). Los TC obtenidos con el operador entrenado fueron inferiores a los de Rusk et al. (2006; 56 s) y Gonzales-Barron et al. (2008; 50 s) en ovejas adultas. Al comparar el MS de las imágenes capturadas a diferentes edades, lo es indicador de la trazabilidad, el rango de los valores de MS se redujo y varió entre 90-92 para los animales vivos (Tabla 1), no viéndose afectado por la raza y siendo su valor medio de 90.8 ± 1.1. El valor medio de MS obtenido en nuestro caso fue inferior al de Barry et al. (2008; 96.0), en corderos de 8 a 22 semanas de edad, y Gonzales-Barron et al. (2008; 95.6), en ovejas.

Las IR con un MS ≥ 80 representaron un 96-100%, para la comparación intra-edades, y entre 81-87% para la inter-edades en corderos vivos (Tabla 3). Barry et al. (2008) indicaron que el 100% de las IR comparadas obtuvo un valor de MS ≥ 70.

Respecto a las IR de los corderos sacrificados, el valor de MS intra-clase fue bajo y se situó entre 63-71 (Tabla 1), con un TC medio de 45 s (Tabla 2), lo que sólo permitiría auditar 80 corderos/h. Ambas variables, MS y TC, variaron según la raza ($P < 0.05$). Del total de imágenes realizadas en matadero (200), sólo el 6% presentó un valor medio de MS ≥ 80 (Tabla 3) como consecuencia de su mala calidad por pérdida de presión de los vasos sanguíneos y de transparencia del cristalino.

***Tabla 2**. Tiempos de captura (s)[1] de imágenes retinales en corderos según la edad y la raza*

Edad (meses)	Situación	Raza		Total
		Manchega	Lacaune	
3	Periodo entrenamiento	122 ± 15	166 ± 27	144 ± 15
	Vivos	51 ± 6[a]	79 ± 9[b]	63 ± 5
	Sacrificados	32 ± 3[a]	62 ± 19[b]	45 ± 7
6	Vivos	29 ± 3	38 ± 6	34 ± 4
12	Vivos	16 ± 1[a]	26 ± 4[b]	21 ± 2

[1]Media ± ES; [a, b]Letras distintas indican diferencias entre razas ($P < 0.05$).

***Tabla 3**. Porcentaje de imágenes con índice de coincidencia (MS) mayor de 80*

Comparación	Edad (meses)	Situación	Raza		Total
			Manchega	Lacaune	
Intra-clase (repeticiones)	3	Vivos	100	97.3	98.8
		Sacrificados	27.6	4.8	18.0
	6	Vivos	100	100	100
	12	Vivos	96.4	100	98.3
Inter-clase	3 vs. 6	Vivos	82.1	80.0	81.0
	3 vs. 12	Vivos	85.7	86.7	86.2
	3	Vivos vs. sacrificados	10.3	0	6.0

En conclusión, el uso de la imagen retinal puede resultar una herramienta de interés para comprobar la identidad de ovinos vivos de diferentes edades, pero su uso no parece resultar adecuado para las condiciones de matadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Arana A., Soret B., Lasa I. & Alfonso L. 2002. *Meat Sci.* 61:367-373 • Barry B., Corkery G., Gonzales-Barron U., Mc Donnell K., Butler F. & Ward S. 2008. *Comput. Electron. Agr.* 64:202-211 • Caja G., Hernández-Jover M., Ghirardi J.J., Garín D. & Mocket J.H. 2002. En: *Seguridad de la carne y los productos cárnicos, Fundisa, Madrid*, p. 147-167 • Caja G., Ghirardi J.J., Hernández-Jover M. & Garín D. 2004. *ICAR Tech. Series* 9:21-41 • Golden B., Rollin B., Switzer R. & Comstock C. 1999. *Patent:* WO/2000/002480 • Gonzales-Barron U., Corkery G., Barry B., Butler F., McDonnell K. & Ward S. 2008. *Comput. Electron. Agr.* 60:156-166. • McKean, J. D. 2001. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 20:363-371 • Rusk C.P., Blomeke C.R., Balschweid M.A., Elliot S.J. & Baker D. 2006. Disponible on-line: http://www.joe.org/joe/2006october/a7.shtml

Agradecimientos: Trabajo incluido en el proyecto AGL 2007-64541/GAN, financiado por el Plan Nacional I+D+i del MEC. M.A. Rojas-Olivares es becario del programa MAEC-AECID.

USING RETINAL IMAGE RECOGNITION FOR AUDITING IDENTITY OF LIVE AND HARVESTED LAMBS

ABSTRACT: With the aim of auditing the traceability of sheep, the retinal image (RI) was used in a total of 152 lambs in which RI and capturing time (CT) were recorded at: 3 (live and slaughtered), 6 and 12 mo of age. Intra- and inter-age comparisons of pairs of RI were done using the 3-mo as a reference and a matching score of 80 was used as cut-off. Operator training lasted 2 wk. Values of MS and CT improved from training (92 and 144 s) to 12 mo of age (96 and 21 s). Intra-age breed effects were detected in MS at 3-mo ($P < 0.10$), but no effects were observed at 6 and 12 mo; CT also varied by breed ($P < 0.001$). MS in the slaughtered lambs was low and RI comparisons unsatisfactory. Inter-age image analysis, used as a traceability indicator, showed a MS of 90 on average without breed effects. Percentage of RI showing an inter-age MS >80 were 83.6%. In conclusion, RI was a useful technology for auditing the identity of living lambs, but its use was not adequate in abattoirs.

Keywords: *retinal image, meat auditing, lamb, sheep*