

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD PARA LA CADENA PORCINA BASADO EN CROTALES ELECTRÓNICOS Y MARCADORES MOLECULARES

Grassi, P.<sup>1</sup>, Caja, G.<sup>1</sup>, Mocket, J.H.<sup>1</sup>, Costa, A.<sup>1</sup>, Soler, J.<sup>2</sup>, Gispert, M.<sup>2</sup>, Tibau, J.<sup>2</sup>, Rojas-Olivares, M.A.<sup>1</sup> y Sánchez, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona,

<sup>2</sup>Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Monells, Girona. [gerardo.caja@uab.es](mailto:gerardo.caja@uab.es)

### INTRODUCCIÓN

La trazabilidad es un elemento fundamental para la protección de la salud humana y animal (Cheek, 2006) que tiene especial importancia en el caso de la cadena de producción porcina. Los esquemas de trazabilidad necesitan usar dispositivos de identificación (ID) que sean permanentes y fiables, que permitan el manejo automatizado de la información, así como de su custodia y verificación.

La cadena porcina, dadas sus características especiales, tiene muchas dificultades para mantener la ID individual de los cerdos hasta el final, por lo que actualmente utiliza, con resultados diversos, la trazabilidad en lote mediante tatuajes y crotales. Como alternativa, Hernández-Jover (2006) y Caja et al. (2008) utilizaron la ID electrónica (transpondedores intraperitoneales) y marcadores genéticos (microsatélites) para implementar la trazabilidad individual en porcino, con resultados satisfactorios (95.1%). Sin embargo, la evolución tecnológica de los crotales electrónicos ha permitido mejorar sus resultados en condiciones de granja (Babot et al., 2006) y matadero (Santamarina et al., 2007), lo que resulta preferible para la industria porcina.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el uso de crotales electrónicos de distintas tecnologías ISO (full-duplex B, **FDX-B**; half-duplex, **HDX**), junto con el de microsatélites de ADN, para la implementación de un sistema de trazabilidad para la industria porcina.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 3 experiencias con un total de 1.540 cerdos para comparar los resultados, en condiciones de granja y matadero, de 3 tipos de crotales electrónicos de doble botón plástico disponibles en el mercado. Los crotales correspondieron a:

- **EF1** (FDX-B; 2,6 g, 23,2 × 12,2 mm; Combi E23, OS ID, Østerdalen, Noruega).
- **EF2** (FDX-B; 4,2 g, 27,9 × 13,5 mm; EI3002ID, Felixcán, Albacete, España).
- **EH** (HDX; 4,4 g, 27,3 × 12,5 mm; HP, Allflex Europe, Vitré, Francia).

**Exp. 1:** Se identificaron al nacimiento con crotales EF1 un total de 1.033 lechones cruzados de ambos sexos. La cría y engorde se realizaron en condiciones comerciales hasta los 100 kg de peso vivo (**PV**) y los cerdos se sacrificaron en un matadero comercial situado a 20 km de distancia. El transporte se realizó en camiones especializados.

**Exp. 2:** Un lote de 133 lechones similares a los de la Exp.1, recién destetados (28 d) se desplazaron a la granja experimental del IRTA (Monells, Girona), donde fueron identificados con crotales EH. El sacrificio se realizó a 100 kg PV en el propio matadero de IRTA (<1 km).

**Exp. 3:** Un lote de 374 lechones destetados (28 d), similares a los de las Exp. 1 y 2, fueron identificados con 3 tipos de crotales (EF1, n = 151; EF2, n = 140; EH, n = 162). De ellos, 79 cerdos se identificaron con 2 crotales. Los cerdos se engordaron hasta 100 kg PV en la granja y condiciones de la Exp.1 y se sacrificaron en 3 mataderos comerciales (40-70 km).

Para auditar la trazabilidad, se tomaron 183 biopsias de tejido de la oreja en una muestra aleatoria de lechones en el momento de identificación en granja, usando crotales TypiFix (Hilgertshausen-Tandern, Dachau, Alemania) y se guardaron a temperatura ambiente. Por otro lado, en matadero, se tomaron 97 muestras de canales que se guardaron en tubos Eppendorf Safe-Lock de 1,5 ml (Ibérica, Madrid, España) que se congelaron. Las muestras se utilizaron para auditar el sistema de trazabilidad mediante el análisis (SVGM, Servei Veterinari de Genètica Molecular de la UAB) de un panel de 12 microsatélites de ADN, escogidos por su informatividad (ISAG, 2012). Los datos de ID electrónica se descargaron a PCs utilizando programas específicos de los lectores utilizados. Los resultados de retención de dispositivos se analizaron mediante el PROC CATMOD de SAS v.9.1, utilizando un modelo Logit con un método de estimación de máxima verosimilitud. Las diferencias entre medias se declaran significativas a  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de trazabilidad en condiciones de granja, transporte y matadero se han resumido en la **Tabla 1**. Las pérdidas en granja con los EF1 aplicados al nacimiento en la Exp. 1, superaron los valores señalados por Babot et al. (2006), así como el mínimo requerido por ICAR para su uso oficial (>98%). Consecuentemente las pérdidas en la línea de matanza fueron muy elevadas, superiores a las indicadas por Santamarina et al. (2007), lo que supuso una trazabilidad global <53% y desaconsejó el uso de los EF1 a efectos de trazabilidad porcina.

Por el contrario, los datos de la Exp. 2 con EH, correspondiente a condiciones experimentales, fueron satisfactorios alcanzando el mayor valor de trazabilidad global (97,7%) de los 3 experimentos (Tabla 1).

La comparación de la trazabilidad global de los 3 tipos de crotales en la Exp. 3 varió entre 64,4-92,1% según el tipo de crotal (Tabla 1,  $P < 0,05$ ) y tecnología (FDX-B < HDX; 67,8 vs. 92,1%, respectivamente;  $P < 0,001$ ), confirmando los resultados de la Exp. 1 y 2, aunque los valores EF1 y EF2 (misma tecnología FDX-B) no difirieron entre sí ( $P = 0,429$ ).

A lo largo de las 3 experiencias, los valores de pérdidas y fallos electrónicos obtenidos en granja (1,5-7,5%) fueron superiores a los publicados por Huiskes et al. (2000; 0,16%), Babot et al. (2006; 1,7-2,7%) y Burose et al. (2009; 2,6%), para diferentes tipos de crotales en cerdos de engorde y en granjas intensivas. Durante el transporte, las pérdidas se situaron en un rango amplio (0-5,3%), que incluyó los valores previamente señalados por Babot et al. (2006; 1,3-1,4 %), Hernández-Jover (2006; 0,7-2,0%) y Gosálvez et al. (2007; 0%). En matadero, las pérdidas de crotales FDX-B fueron superiores a los publicados por Gosálvez et al. (2007) y Santamarina et al. (2007). Estos resultados ponen de manifiesto que los crotales utilizados, a excepción de EH, no mostraron las esperadas mejoras tecnológicas.

**Tabla 1.** Resultados de la trazabilidad de cerdos de engorde según el tipo de crotal electrónico (EF, full-duplex B; EH, half-duplex) y condiciones experimentales utilizadas

Ítem	Exp.1		Exp.2		Exp.3	
	EF1	EH	EF1	EF2	EH	
<b>En granja</b>						
Destetados, n	933	133	151	140	162	
Vendidos, n (%)	171 (18,3)	0	30 (19,9)	33 (23,6)	44 (27,2)	
Mortalidad, n (%)	43 (4,6)	2 (1,5)	2 (1,3)	0	4 (2,5)	
Controlados, n [1]	719	131	119	107	114	
Fallos electrónicos, n (%)	–	–	6 (5,0)	6 (5,6)	1 (0,9)	
Perdidos, n (%)	45 (6,3)	2 (1,5)	0 (0,0)	2 (1,9)	1 (0,9)	
Leíbles, n (%) [2]	674 (93,7)	129 (98,5)	113 (95,0)	99 (92,5)	112 (98,2)	
<b>Transporte</b>						
Inicio, n [3]	674	129	113	99	112	
Fallos electrónicos, n (%)	–	–	4 (3,5)	3 (3,0)	1 (0,9)	
Perdidos, n (%)	20 (3,0)	0	2 (1,8)	2 (2,0)	1 (0,9)	
Leíbles, n (%) [4]	654 (97,0)	129 (100)	107 (94,7)	94 (94,9)	110 (98,2)	
<b>Matadero</b>						
Inicio, n (%) [5]	654	129	107	94	110	
No controlados, n (%)	3 (0,5)	0	12 (0,1)	20 (0,2)	22 (0,2)	
Controlados, n (%)	651	129	95	74	88	
Fallos electrónicos, n (%)	–	–	6 (6,3)	4 (5,4)	0	
Perdidos, n (%)	273 (41,9)	1 (0,8)	21 (22,1)	10 (13,5)	4 (4,5)	
Leíbles, n (%) [6]	378 (58,1)	128 (99,2)	68 (71,6)	60 (81,1)	84 (95,5)	
<b>Trazabilidad, %</b>						
En granja [2/1]	93,7 <sup>a</sup>	98,5 <sup>b</sup>	95,0 <sup>ab</sup>	92,5 <sup>a</sup>	98,2 <sup>b</sup>	
Transporte [4/3]	97,0 <sup>a</sup>	100 <sup>b</sup>	94,7 <sup>c</sup>	94,9 <sup>d</sup>	98,2 <sup>e</sup>	
Matadero [6/5]	58,1 <sup>a</sup>	99,2 <sup>b</sup>	71,6 <sup>c</sup>	81,1 <sup>c</sup>	95,5 <sup>b</sup>	
Global [6/5×2/1×4/3]	52,8 <sup>a</sup>	97,7 <sup>b</sup>	64,4 <sup>ac</sup>	71,2 <sup>c</sup>	92,1 <sup>d</sup>	

<sup>a,b,...,d</sup> Letras distintas en la misma línea indican diferencias a  $P < 0,05$ .

**Tabla 2.** Muestras biológicas recogidas y analizadas para la auditoría de trazabilidad

Ítem	Tejido	Exp.1	Exp.2	Exp.3	Total
Muestras recogidas					
En granja, n	Oreja	30	56	97	183
En matadero, n	Canal	18	56	23	97
Muestras analizadas, n [1]		18	56	21	95
Fallos de amplificación, n [2]		1	0	1	2
No coincidentes, n		2	1	2	5
Coincidentes, n [3]		15	55	18	88
Coincidencia de muestras,% [3/(1 2)]		88,2 <sup>a</sup>	98,2 <sup>b</sup>	90,0 <sup>a</sup>	94,6
Cumplimiento, % [3/1]		83,3 <sup>a</sup>	98,2 <sup>b</sup>	85,7 <sup>a</sup>	92,6

<sup>a,b</sup> Letras distintas en la misma línea indican diferencias a  $P < 0.05$ .

Los resultados de auditoría mediante el análisis de microsatélites de ADN se ha resumido en la **Tabla 2**. Aunque 2 muestras (1,1%) no amplificaron, el valor medio de coincidencia en las muestras amplificadas fue del 94,6% (88,2-98,2%), ligeramente inferior al obtenido por Hernández-Jover (2006; 96%) con transpondedores intraperitoneales.

En conclusión, los resultados de trazabilidad global obtenidos en nuestros experimentos desde la granja hasta la canal, mostraron una gran variación (52,8-97,7%) según el tipo de crotales utilizados, condiciones de producción y de sacrificio. Las pérdidas y fallos electrónicos durante el sacrificio se identificaron como la causa más importante de pérdida de la trazabilidad desde la granja hasta la canal. Al comparar las tecnologías, los crotales HDX mostraron menos fallos electrónicos que los FDX-B, resultando así más eficaces en el proceso de trazabilidad. Finalmente, a efectos de implementación práctica, todo parece indicar que pueden lograrse valores de trazabilidad >98% en granja y >95% en matadero si se utilizan crotales bien diseñados, lo que permitiría un >93% trazabilidad individual global.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Babot, D., Hernández-Jover, M., Caja, G., Santamarina, C. & Ghirardi, J. J. 2006. *J. Anim. Sci.* 84:2575-2581.
- Burose, F., Jungbluth, T. & Zähler, M. 2009. Precision Livestock Farming. Wageningen, Holanda.
- Caja, G. (coordinador) et al. 2008. Project QLk1-2001-02229. Final Report. European Commission.
- Cheek, P. 2006. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.* 25:313-319.
- Gosálvez, L. F., Santamarina, C., Averós, X., Hernández-Jover, M., Caja, G. & Babot, D. 2007. *J. Anim. Sci.* 85:2746-2752.
- Hernández-Jover, M. 2006. PhD Thesis. Univ. Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- Huiskes, J. H., Binnendijk, G. P. & Diepstraten H. J. A. 2000. *Praktijkonderzoek Varkenshouderij*, Rosmalen, Holanda.
- ISAG. 2012. Guidelines. Comparison Test. ISAG species panels 2003. <http://www.isag.us/comptest.asp>.
- Santamarina, C., Hernández-Jover, M., Babot, D. & Caja, G. 2007. *J. Anim. Sci.* 85:497-502.

**Agradecimientos:** Gepork (Roda de Ter, Barcelona), Escorxador d'Avinyó, Escorxador Le Porc Gourmet, Escorxador de la Garrotxa, Escorxador Comarcal del Moianès y a David Gallardo (SVGM de la UAB) por los análisis de ADN.

### IMPLEMENTING A TRACEABILITY SYSTEM FOR THE PIG CHAIN BASED ON ELECTRONIC EAR TAGS AND MOLECULAR MARKERS

**ABSTRACT:** A total of 1,540 pigs were used in 3 experiments to study an individual traceability system based on electronic ear tags (3 types of full-duplex and half-duplex transponders) and genotyping (ear and carcass samples). Results of overall traceability, from farm to carcass, varied between 52.8 and 97.7%, with marked differences by ear tag type and experimental conditions. Auditing by microsatellites showed 83.3 to 98.2% ear and meat sample matching. In conclusion, the use of well designed half-duplex ear tags allowed obtaining >93% traceability, from farm to carcass and under commercial conditions, in the pig chain. Use of microsatellites allowed 95% confirmation of meat identity.

**Keywords:** traceability, electronic identification, transponder, electronic ear tag