

TRANSPORTE INTERNACIONAL DE CERDOS: ENTALPIA COMO INDICADOR NO- INVASIVO DE BIENESTAR ANIMAL

Formoso-Rafferty, Nora¹; Villarroel, Morris¹; Barreiro, Pilar²;

¹Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

²Departamento de Ingeniería Rural, E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: Morris.villarroel@upm.es

RESUMEN

Niveles altos de temperatura y de humedad relativa pueden tener consecuencias negativas para la producción animal a nivel de granja, pero se sabe menos sobre el efecto de cambios ambientales durante el transporte de animales vivos a sacrificio. A pesar de que la Comunidad Europea ha establecido límites de temperatura a los cuales se pueden transportar cerdo, pocos índices incluyen las máximas de humedad relativa o absoluta, ni mencionan los rangos de entalpia apropiadas. En este estudio medimos la temperatura y humedad de nueve viajes de larga duración (más de 15 h) y calculamos la entalpia de aire ($\text{kg agua kg aire seco}^{-1}$) durante los mismos viajes. Los datos en las gráficas psicrométricas solaparon bastante entre viajes pero eran diferentes en invierno y verano. Temperaturas más altas también estaban correlacionados positivamente con otros indicadores de bienestar como cortisol en plasma y calidad de la carne. En conclusión, los derivados de temperatura y de entalpia pueden ser usados como indicador no-invasivo de bienestar animal durante el transporte y pueden ser más sensibles que los valores absolutos de temperatura o de humedad relativa.

Palabras clave: *bienestar, cerdo, transporte*

INTRODUCCION

Un eslabón importante dentro de la cadena de producción porcina es el transporte de animales vivos al matadero. Un mal manejo durante esta última fase puede repercutir negativamente en la calidad de la carne, disminuyendo el valor de los meses de trabajo anteriores en la granja.

España es el segundo mayor productor de carne de porcino en Europa y exporta cerca de un tercio de la producción nacional. La mayoría de estas exportaciones salen del país en camiones por carretera a Portugal, Italia y Francia, pero poco se sabe sobre los cambios ambientales que sufren los animales durante el transporte, y su posible efecto sobre el estrés y calidad de producto. Con este fin, analizamos los cambios en temperatura y humedad durante nueve viajes por carretera a Portugal para establecer un indicador no-invasivo de bienestar animal en tránsito, y relacionarlo con indicadores plasmáticos de estrés y con la calidad de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Viajes y animales

Se realizaron nueve viajes entre Navarra y Portugal con cerdos de la empresa Biurrun S.L. en diferentes fechas en 2010 y 2011 y con una duración media de 14 h y 30 min. Se usó un camión adecuado para el transporte de cerdos (Motor MAN y semi-remolque Pezzaioli), de tres pisos y la posibilidad de seis compartimentos por piso de 220 cm de largo, 245 cm de ancho y 84 cm de alto, quedando por tanto una superficie de 5.39 m² por compartimento, y se transportan unos 240 cerdos en cada viaje (Figura 1). Los animales eran llevados al matadero Sicasal en la localidad de Vila Franca do Rosario, 30 min al norte de Lisboa.

Se recogieron datos de temperatura y humedad interiores, así como las exteriores durante el transporte. Todos los cerdos eran de la raza Largewhite Landrace x Duroc, hembras y machos, con una edad aproximada de seis meses con un peso vivo aproximado de 100 kg.

Se utilizaron Data loggers (Onset Computers, Hobo H8 loggers) para las mediciones de temperatura y humedad relativa antes de la carga, durante el transporte y en el matadero en algunos casos. Estos aparatos se situaban en la parte superior de las divisiones del remolque y protegidos con una carcasa especialmente diseñada para evitar el contacto y posible deterioro de los mismos por parte de los animales. La toma de datos se realizó en intervalos de cinco minutos durante todo el transporte.

Manejo de datos

Los gráficos psicométricos se han obtenido utilizando los datos recogidos por los sensores y calculados usando el modelo ASBE el cual incluye temperatura, humedad relativa, humedad absoluta y entalpía. Los datos psicométricos ASAE D271.2, definidos en abril de 1979 y revisados en 2005 (ASABE 2006 ST. Joseph, MI) se usaron para calcular las propiedades psicométricas durante el transporte: tanto en el interior como en el exterior del remolque.

El gradiente de temperatura se calculó usando el algoritmo Savitzky-Golay para una dimensión, datos tabulados y para calcular las derivadas numéricas usando la rutina Savgol de Matlab (versión 7.0, Mathworks Inc, 2004). También se utilizó una polinomial para comprobar el entorno de cada punto. Los puntos se procesaron reemplazándolos por el valor de su polinomial. Las derivadas se presentaron después de la programación de las derivadas de las polinomiales de cada punto. En este caso se utilizó una ventana de 21 puntos con un orden de cinco en la polinomial. Después, se calculó y trazó la velocidad de cambio o gradiente de temperatura y la temperatura aparente para cada caso.

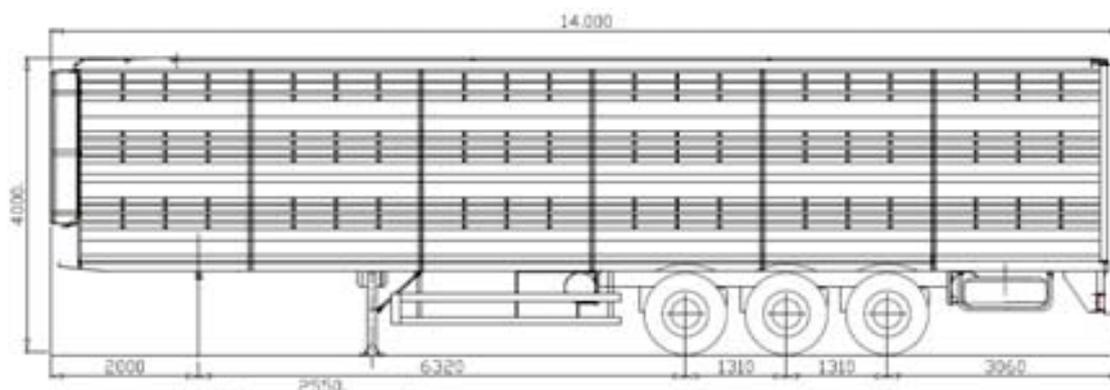


Figura 1: Esquema del semi-remolque Pezzaioli usado en el transporte. Fuente: Pezzaioli (2011).

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico SAS/STAT (Statistical System Institute Inc. Cary, NC. 2000). Los datos de temperatura y humedad tanto interiores como exteriores se analizaron con el procedimiento Repeated Measures. Mientras que los datos de calidad de la carne: pH a los 45 minutos, a las 24 horas, luminosidad, índice de rojos, de amarillos, y pérdida de agua, se analizaron mediante el procedimiento PROC MIXED. La unidad experimental fue el animal. Estas medias se compararon usando el test de mínima diferencia significativa (LSD) con un nivel de significación del 5% ($P < 0.05$). Un nivel entre 0.05 y 0.10 se consideró como una tendencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** la temperatura interior media no fue en ningún caso mayor a 35°C que según la Regulación del Consejo de la Unión Europea 1/2005 (Capítulo 2, Sección 3.1, Comisión Europea, 2004), no

se debe superar cuando se trata del transporte de cerdos. Todos los animales llegaron sanos al matadero, sin mortalidad ni lesiones aparentes.

Tanto para las temperaturas interiores como exteriores se aprecia que estas fueron significativamente superiores en los viajes: 1, 2, 5 y 6. Esto se debe a que estos viajes se realizaron en verano. También se puede apreciar en estos viajes como la humedad relativa interior fue significativamente menor. Según Lucas et al. (2000) y Seedorf et al. (1998) se dan mayores temperaturas y menores humedades relativas en los meses de verano y los valores de humedad relativa altos sólo se dan cuando la temperatura no es muy alta.

La entalpia se puede definir como el calor total contenido en el aire que rodea al animal y que depende de la temperatura y la humedad. La entalpia media en los viajes de invierno fue de 0.012 kg agua/ kg aire seco (± 0.009) y en los meses de verano de 0.006 kg agua/ kg aire seco (± 0.002).

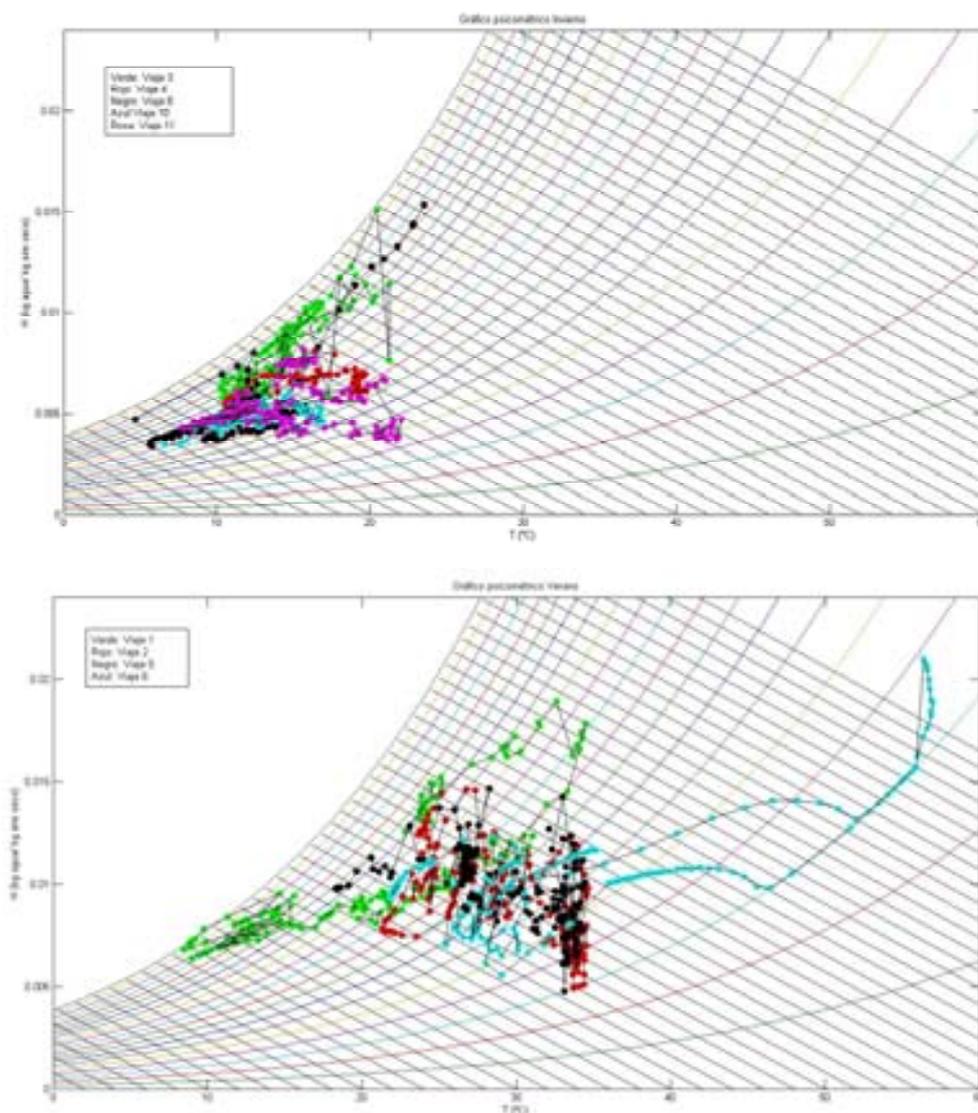
Los valores de la entalpia (Figura 2) se encuentran en un intervalo comprendido entre 0.003 y 0.02 kg agua/ kg aire seco, siendo resultados similares a los obtenidos por Villarroel et al. (2011). De acuerdo con los gráficos psicométricos, la entalpia no sufre grandes variaciones entre viajes durante el transporte, aunque si se puede ver una diferencia si se agrupan los viajes realizados durante el verano y los realizados durante el invierno. Se puede observar como la entalpia es más uniforme entre viajes en invierno, porque las temperaturas son menores y más similares entre viajes.

Tabla 1. Resultados de temperaturas y humedades interiores y exteriores medias en cada viaje.

Viaje	Fecha	Tint (°C)	Text (°C)	HRint (%)	HRExt (%)
1	22/04/2009	20.64 ^c	24.35 ^c	66.96 ^b	52.38 ^c
2	19/08/2009	29.21 ^b	29.34 ^b	38.28 ^{ef}	38.87 ^e
3	21/01/2010	13.68 ^e	15.05 ^e	76.95 ^a	72.55 ^a
4	25/02/2010	16.37 ^d	15.22 ^e	56.98 ^c	57.25 ^b
5	29/06/2010	29.72 ^b	32.98 ^a	34.77 ^{ef}	37.71 ^e
6	30/06/2010	34.56 ^a	29.51 ^b	32.72 ^f	55.59 ^b
7	31/01/2011	11.64 ^f	6.79 ^g	36.41 ^e	57.58 ^b
8	02/02/2011	12.62 ^f	9.70 ^f	52.91 ^d	56.95 ^b
9	03/02/2011	14.55 ^e	19.81 ^d	52.68 ^d	44.70 ^d

Tint: temperatura interior; Text: temperatura exterior; HRint: humedad relativa interior; HRExt: humedad relativa exterior. Letras distintas muestran diferencias significativas entre viajes ($P < 0.05$).

Figura 2. Gráficos psicométricos de los viajes realizados en los meses de invierno y de verano.



CONCLUSIONES

Se puede concluir que en las condiciones climáticas observados en este estudio, la estación del año, la duración del viaje y la distancia no tienen porque interferir en el bienestar de los animales. Es necesario recoger más muestras para poder realizar un estudio más exhaustivo de la calidad de la carne y ver la posible influencia que tiene sobre ella el transporte de los animales. Los resultados sugieren que la entalpía durante el transporte puede ser buen indicador no invasivo del bienestar animal además de la temperatura y la humedad relativa.

AGRADECIMIENTOS

Damos la gracias a Birurrun SL y Ancoporc por su ayuda indispensable para llevar a cabo el trabajo, así como al matadero Sicasal en Portugal. El trabajo fue financiado por el proyecto P2009/AGR-1704 (Comunidad de Madrid).

BIBLIOGRAFÍA

- European Commission. (2004). Council Regulation (EC) No 1/2005 of 22 December 2004 on the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97. OJ L 3, 5.1.2005, p. 1–44.
- Lucas, E. M., Randall, J. M., & Meneses, J. F. (2000). Potential for evaporative cooling during heat stress periods in pig production in Portugal (Alentejo). *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76(4), 363-371. doi:DOI: 10.1006/jaer.2000.0550.
- Seedorf, J., Hartung, J., Schröder, M., Linkert, K. H., Pedersen, S., Takai, H., & Wathes, C. M. (1998). Temperature and moisture conditions in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70(1), 49-57. doi:DOI: 10.1006/jaer.1997.0284.
- Villaruel, M., Barreiro, P., Kettlewell, P., Farish, M., & Mitchell, M. (2011). Time derivatives in air temperature and enthalpy as non-invasive welfare indicators during long distance animal transport. *Biosystems Engineering*. 2011. 110: 253-260. ; doi:10.1016/j.biosystemseng.2011.07.011.