

## APLICACIÓN DE SENSORES DE RADIOFRECUENCIA A LA MEDIDA DEL EFECTO DEL AGUA BEBIDA EN LA TEMPERATURA RUMINAL DE OVEJAS ADULTAS

Bourahla<sup>1</sup>, S.M., Castro-Costa<sup>1</sup>, A., Oliver<sup>2</sup>, J., Ferrer<sup>2</sup>, C., Salama<sup>1</sup>, A.A.K. y Caja<sup>1</sup>, G.

<sup>1</sup>Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments.

<sup>2</sup>Àrea d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors, Departament de Microelectrònica i

Sistemes Electrònics. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra (Espanya);

gerardo.caja@uab.es

### INTRODUCCIÓN

Diversos estudios han demostrado la utilidad de utilizar bolos ruminales con sensores de temperatura y pH para la detección de acidosis ruminal subclínica en vacas lecheras (Alzahal et al., 2009) o de alteraciones de la salud por infecciones mamarias (Alzahal et al., 2011). Sin embargo, el uso de sensores ruminales en pequeños rumiantes se ve limitado por el tamaño de los dispositivos actualmente presentes en el mercado. Así, su aplicación en ganado caprino se ha realizado mediante cirugía (Castro-Costa et al., 2015) o por medio de cánulas ruminales (Castro-Costa et al., 2017). Recientemente, en el marco de la Acción Cost FA-1308 "DairyCare" y de los proyectos MCINN BioSens y E-SELLET, Oliver et al. (2018) han propuesto un prototipo de bolo ruminal (BioSens) especialmente diseñado para la aplicación oral en ovinos y caprinos adultos (> 30 kg) capaz de detectar los cambios en la alimentación y el agua de bebida. El objetivo del presente estudio fue evaluar el funcionamiento de los bolos y cuantificar el efecto del consumo de agua en la temperatura ruminal de ovejas lecheras.

### MATERIAL Y MÉTODOS

**Animales y manejo:** Se utilizaron 25 ovejas multíparas (16 gestantes; 9 vacías y secas) de raza Lacaune (n = 16; 83.3 ± 2.9 kg PV) y Manchega (n = 9; 81,5 ± 7.7 kg PV). Las ovejas, estaban previamente identificadas con minibolos cerámicos de baja frecuencia (20 g; Datamars, Bedano-Lugano, SW) y se alojaron permanentemente en condiciones de estabulación libre con cama de paja, en las instalaciones del SGCE (Servicio de Granja y Campos Experimentales) de la UAB en Bellaterra (Barcelona). Las ovejas fueron alimentadas con una ración total mezclada a base de heno de alfalfa y concentrado (relación forraje:concentrado = 60:40) ofrecida ad libitum a las 10:00 h.

**Bolos ruminales:** Se montaron y aplicaron individualmente un total de 25 bolos ruminales BioSens (Oliver et al., 2018), especialmente diseñados para su aplicación oral en pequeños rumiantes. Lo bolos, encapsulados en plástico, de forma cilíndrica y pequeño tamaño (diámetro × longitud, 20 × 95 mm; peso, 60 g; gravedad específica, 1,7), estaban integrados por un circuito electrónico de alta radiofrecuencia (434,3 MHz) conectado a un sensor para la detección de temperatura (rango 10-50°C; precisión, ± 0,2°C) y una batería de 3,5 A. Las diferencias entre sensores de rango de medida de temperaturas, situada en un intervalo de 1-2°C, se corrigieron mediante calibración previa utilizando un baño de agua (20-50°C). Los bolos (transpondedor) se programaron para recoger datos de temperatura cada 2,5 min y transmitirlos por radiofrecuencia cada 10 min a un módulo receptor (transceptor) a 9,6 kbd provisto de una tarjeta microSD de almacenamiento de datos (8 Gb) y conexión Bluetooth (2,4 GHz) a un ordenador portátil. La distancia de transmisión efectiva se situó, según las características ambientales de la granja y de cada animal, entre 5-10 m. La descarga de datos se realizó mediante Bluetooth, utilizando el programa HyperTerminal de Windows 7, a una distancia aproximada de 4 m, recibiendo los datos en formato csv. Los datos pueden también ser leídos mediante una interface Phyton.

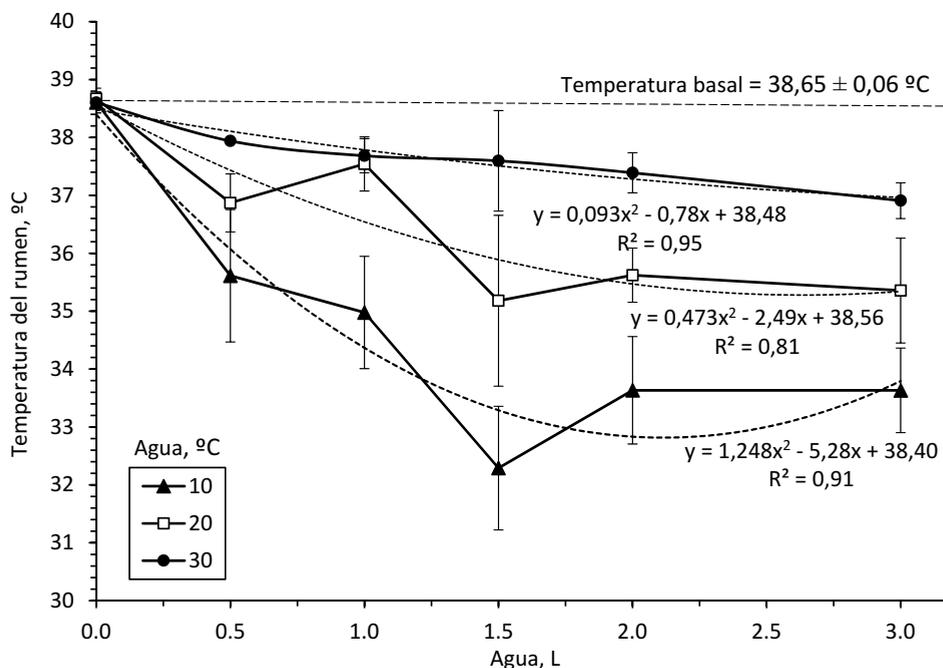
**Tratamientos experimentales:** Después de su aplicación y comprobación de funcionamiento diario de los bolos durante 70 d, se realizó un experimento de administración de agua a 5 ovejas vacías y secas (68,9 ± 1,2 kg PV) cuyos bolos funcionaron correctamente. El experimento consistió en administrar a cada oveja 5 volúmenes de agua de grifo (0,5, 1, 1,5, 2 y 3 L) a 3 temperaturas (10, 20 y 30°C), de acuerdo con un diseño aleatorio 5×3×5. El agua se administró mediante una pistola de dosificación de líquidos (Pimex, Abadiño, Vizcaya, ES) en porciones de 200 mL. Las aplicaciones de agua se realizaron 2 veces/d, con un intervalo de 5 h (8:00 y 13:00 h). Durante los días de aplicación de agua, las ovejas se privaron de agua y alimento la noche anterior, reponiéndolos a las 18:00 h del día de medida.

**Calorimetría:** Para evaluar el efecto del agua en la temperatura del rumen se utilizó la ecuación general de calorimetría:  $Q = m \cdot c \cdot |\Delta T|$ , donde:  $m$  = masa (g),  $c$  = calor específico (cal/g°C) y  $|\Delta T|$  = variación absoluta de la temperatura (°C). Se desestimaron todos los valores que indicaron saturación de la temperatura ruminal. El calor específico del contenido del rumen al añadir agua ( $c_a = 1$  cal/g°C), fue estimado como  $c_r = 0,95$  cal/g°C y no se consideró la variación de calor en la pared ruminal. El volumen del rumen se estimó mediante extrapolación de las ecuaciones de variación de temperatura para el momento inicial (0 L).

**Análisis estadístico:** Se realizó un ANOVA utilizando el paquete R v.3.5.2 (R Core Team, 2018; <http://www.R-project.org/>), separando las medias con el test de Tukey a  $P < 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el seguimiento del total de bolos aplicados durante 70 d, observando sus variaciones diarias y el comportamiento de las ovejas asociado a los cambios de temperatura del rumen. De una forma general, se observaron variaciones de 1-4°C a lo largo del día, con aumentos progresivos y disminuciones bruscas asociadas a la ingestión de la ración y al consumo de agua, respectivamente. Durante el seguimiento del funcionamiento de los bolos se registró un total de 20 fallos (80%), atribuidos principalmente a la pérdida de voltaje de la batería, por lo que el experimento de administración de agua sólo fue posible realizarlo en 5 ovejas secas. Los efectos en la temperatura ruminal, de la cantidad y temperatura del agua administrada, se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Variación de la temperatura ruminal de ovejas según el volumen y temperatura del agua bebida (las barras horizontales representan los ESM).

**Tabla 1.** Cambios relativos de la temperatura ruminal según la cantidad y temperatura del agua consumida por ovejas provistas de bolos ruminales BioSens.

Temperatura del agua, °C	Agua, L				
	0,5	1,0	1,5	2	3
30	$-0,34 \pm 0,43^b$	$-0,67 \pm 0,29^b$	$-0,94 \pm 0,87^{ab}$	$-1,17 \pm 0,35^a$	$-1,49 \pm 0,31^a$
20	$-1,17 \pm 0,41^b$	$-2,06 \pm 0,40^a$	$-2,72 \pm 1,47^a$	$-3,13 \pm 0,47^a$	—
10	$-2,31 \pm 1,14^b$	$-4,01 \pm 0,97^{ab}$	$-5,09 \pm 1,07^a$	—	—

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

**Tabla 2.** Estimación calorimétrica del volumen del rumen y de la cantidad de agua consumida por ovejas provistas de bolos ruminales BioSens.

Temperatura del agua, °C	Estimación rumen, L	Agua, L					Media, L
		0,5	1,0	1,5	2	1,25	
30	–	0,48	0,97	1,43	1,83	1,18	
20	6,9	0,44	0,81	1,11	1,32	0,92	
10	5,3	0,44	0,82	1,09	–	–	
Media, L	6,1 ± 0,8	0,45	0,87	1,21	1,57	1,03	
Error, mL	–	–0,05	–0,13	–0,29	–0,43	–0,22	
		–9%	–13%	–19%	–21%	–18%	

Como se puede observar, la administración de agua a 10 y 20°C, superó la capacidad isotérmica del rumen, lo que comprometió la actividad de la microbiota ruminal. Bewley et al. (2008) indicaron caídas de 6.9-9.2°C en la temperatura ruminal de vacas lecheras a las que se les administró agua tibia (18°C) o fría (5-9°C), comprobando que necesitaron 3 h para retornar a la temperatura basal. Pese a ello sus temperaturas rectales no variaron, lo que cuestiona la utilidad del agua fría para combatir el estrés por calor. Cuando se administró agua caliente (34.2°C), el tiempo de recuperación ruminal fue de sólo 15 min.

En nuestro caso no se apreció recuperación de la temperatura antes de las 2 h posteriores a la adición de agua (8% del día), lo que indica igualmente el compromiso de la actividad ruminal en ovejas cuando se administran cantidades mayores de 0,5 L de agua fría (<20°C).

El volumen medio estimado del rumen de las ovejas vacías y secas utilizadas fue del 9% del PV, lo que se aproxima al valor esperado. Los errores de la estimación del consumo de agua, para los volúmenes esperados de consumo de agua en condiciones normales (0,5-1,0 L/toma) se situaron entre 50-130 mL (9-13%) lo que puede ser suficiente en la práctica.

Los bolos BioSens demostraron su utilidad práctica en ganado ovino, pudiendo ser empleados para el estudio del comportamiento alimenticio y consumo de agua, aunque debe mejorarse su durabilidad, disminuyendo el consumo o alargando la duración de su batería.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AlZahal O., AlZahal H., Steele M.A., Van Schaik M., Kyriazakis I., Duffield T.F. & McBride B.W. 2011. J. Dairy Sci. 94:3568-3574.
- AlZahal O., Steele M.A., Valdes E.V. & McBride B.W. 2009. J. Dairy Sci. 92:5697-5701.
- Bewley J.M., Grott M.W., Einstein M.E. & Schutz M.M. 2008. J. Dairy Sci. 91:3880-3887.
- Castro-Costa A., Salama A.A.K., Moll X., Aguiló J. & Caja G. 2015. J. Dairy Sci. 98:4646-4658.
- Castro-Costa A., Caja G., Dhumez O., Tessier J. & Eymard A., Giger-Reverdin, S. 2017. XVII Jornadas AIDA, p. 132-134.
- Oliver J., Ferrer C., Peralta A., Castro-Costa A., Salama A.A.K. & Caja G. 2018. Cost Action FA1308: DairyCare, 5<sup>th</sup> Conference, no. 37. Thessaloniki, GR.

**Agradecimientos:** Proyecto INIA-RTA2015-0035-CO3-02 de MINECO (España) y beca de postgrado a S.M. Bouralha del IAMZ (España).

#### USE OF RADIO FREQUENCY SENSORS FOR MEASURING THE EFFECT OF DRANK WATER ON RUMEN TEMPERATURE OF ADULT EWES

**ABSTRACT:** A total of 25 radiofrequency boluses (BioSens; 20 × 95 mm; 60 g) for measuring rumen temperature (RT) were used in 25 adult dairy ewes. After 70 d only 80% of the boluses were still working in 5 dry ewes, which were used to evaluate the effects of administering tap water (0.5, 1, 1.5, 2 and 3 L) at different temperatures (10, 20 and 30°C) on RT. Values of RT dropped after water administration (–0.34 to –5.09°C) and did not recovery until 3 h after, indicating that rumen activity should be compromised in sheep by drinking cold water. On the other hand, RT was able to predict water intake with and error of 9 to 21%, which may be useful in practice. Rumen size was estimated by calorimetry to be 6.1 ± 0.8 L (9% BW). BioSens boluses used suitable for adult sheep although their durability must be increased.

**Keywords:** biosensor, rumen temperature, water, sheep.