

## DESARROLLO DE HERRAMIENTAS BASADAS EN TIC PARA LA MONITORIZACIÓN DE GANADO EN PASTOREO

Santiago, C.<sup>1,2</sup>, Callejero C.<sup>2</sup>, Gómez I.<sup>2</sup> y Vicente F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). 33300 Villaviciosa (Asturias). <sup>2</sup> Senso Wave, C/Federico Cantero Villamil 2B, 28935 Móstoles (Madrid). fvicente@serida.org

### INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un interés creciente en el desarrollo de dispositivos electrónicos basados en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con mayor sensibilidad y capacidad de almacenaje para el estudio de las actividades del ganado. En sistemas extensivos, donde los animales pasan largos períodos en libertad, estos dispositivos facilitan el estudio del comportamiento. Sin embargo, los dispositivos disponibles normalmente tienen poca autonomía de la batería. Por este motivo, es interesante testar collares que provean datos a través de un sistema GPS y un acelerómetro de 3 ejes durante largos períodos de tiempo sin limitaciones de batería. La información acerca del comportamiento individual y social de los animales puede ser utilizado como un indicador de salud, bienestar y del estatus reproductivo (O'Callaghan et al., 2003; Roelofs et al., 2005). Además, el estudio de actividades específicas como el pastoreo pueden mejorar nuestra comprensión acerca de la vegetación ofertada (Lockyer and Champion, 2001). Existen diferentes dispositivos comerciales basados en acelerómetros de 3 ejes que han sido probados en la monitorización de determinadas conductas del ganado bovino como estar tumbado, estar de pie y alimentarse (Vázquez Diosdado et al., 2015), también se han encontrado modelos para la predicción del celo en vacas de leche (Yin et al., 2013). El objetivo del estudio fue estudiar la influencia que tienen las condiciones ambientales en el comportamiento a través de la elaboración de etogramas en vacas Holstein en producción semi-extensiva y testar el potencial de collares provistos con acelerómetro en los 3 ejes para el análisis del comportamiento animal.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue llevado a cabo en dos períodos: en agosto de 2016 con siete vacas Holstein (dos múltiparas y cinco primíparas) y en octubre de 2016 con cinco vacas Holstein (dos múltiparas y tres primíparas). Todos los animales portaron collares que integran un acelerómetro de 3 ejes, un módulo GPS, un microcontrolador con firmware integrado y una batería de larga duración. El hardware fue diseñado para capturar información cada 11 minutos. La clasificación de las diferentes actividades y posiciones de los animales se codificó a través de un catálogo conductual en el que se incluyeron 10 conductas: selección de alimentos, alimentación, rumia, beber, rascarse, reposo, locomoción, conductas agonísticas, afiliativas y sexuales. Los animales permanecían durante 16 horas al día a lo largo del experimento en parcelas de una hectárea. El comportamiento de los animales fue registrado mediante etogramas realizados entre los ordeños de mañana y tarde mediante un registro multifocal activado por unidades de tiempo cada dos minutos, tras un período de entrenamiento de tres horas al día durante 10 días. Los datos de temperatura y humedad relativa fueron incluidos en cada etograma. Como la sensación térmica depende de la acción conjunta de la temperatura, humedad relativa, ventilación y radiación solar, se calculó el índice de temperatura y humedad (THI) mediante la ecuación:  $THI = (9/5 T^{\circ}C + 32) - (11/2 - 11/2 HR) \times (9/5 T^{\circ}C - 26)$  (NOAA, 1976).

En agosto, se registraron secuencias de etogramas de 10 a 20 minutos durante 11 días en los períodos de pastoreo, siendo el tiempo total observado de 508 minutos. En octubre, se registraron secuencias de etogramas de 30 minutos durante 11 días en los períodos de pastoreo, siendo el tiempo total observado 608 minutos. Se elaboró una base de datos enfrentando los datos capturados por los collares y los etogramas en el ensayo de octubre. Para la validación de los datos capturados por los collares, se seleccionaron los datos en los que había coincidencia temporal entre los datos de los collares y las observaciones del etograma, sumando un total de 403 observaciones. Se calculó y analizó el porcentaje de tiempo dedicado a cada conducta para cada período. Los resultados de los registros de los etogramas fueron analizados mediante análisis de varianza usando como factores el mes de

ensayo, la temperatura, la humedad, sus interacciones y el THI. La capacidad de predicción de los valores del acelerómetro en los 3 ejes se evaluó con el algoritmo de aprendizaje Random forest con R (R Core Team, 2016) en el que se comparan las conductas observadas con los datos registrados por el acelerómetro, expresando el resultado como porcentaje de error de la predicción respecto a la observación en los registros del etograma.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de conductas observadas (tabla 1) representa la proporción de tiempo en el que las vacas realizaron una conducta durante el registro. En agosto, el reposo fue la conducta más común (23,8%) seguida por la rumia y rascarse (17,0 y 10,6% respectivamente), siendo el pastoreo la conducta menos frecuente (9,0%) durante el período de observación del comportamiento. En octubre, la conducta de pastoreo fue la más común (40,2%) seguida por el reposo y la rumia (24,0 y 20,6% respectivamente). El efecto del mes fue significativo ( $P<0,001$ ) sobre las conductas de pastoreo y rumia. En ambos periodos, la temperatura tuvo un efecto significativo sobre la conducta de reposo ( $P<0,001$ ) con un incremento del tiempo de reposo con la temperatura. Aunque no hubo diferencias significativas sobre la conducta de pastoreo debido a la temperatura, la interacción de esta con el mes produjo diferencias significativas ( $P<0,05$ ) observándose una elevada correlación entre el pastoreo y la temperatura en agosto ( $R^2=0,797$ ), con un importante descenso en la conducta de pastoreo con el incremento de la temperatura dentro del rango registrado durante el ensayo (21-27°C), lo que podría ser debido a estrés por calor (Figura 1). Mientras, en octubre, en el que la temperatura osciló entre 13 y 19°C, la correlación entre el pastoreo y la temperatura fue menor ( $R^2=0,179$ ). La humedad ambiental afectó significativamente a las conductas de pastoreo y reposo ( $P<0,001$ ) teniendo ambas mayor correlación en agosto ( $R^2=0,369$  y  $R^2=0,443$  respectivamente), mientras que no se observó esta correlación en octubre. El efecto del THI fue significativo para todas las conductas excepto el reposo ( $P<0,001$ ), con una disminución general de las actividades cuando se incrementa el THI, pero presentando en su conjunto bajas correlaciones en ambos periodos.

**Tabla 1.** Porcentajes de tiempo en que las vacas realizaron una conducta en dos periodos de estudio. Efecto conjunto de los factores ambientales en los dos periodos de observación.

	Agosto	Octubre	Efectos ambientales								
Observaciones (n)	1776	1520	M	T	H	THI	T×H	T×M	H×M	T×H×M	rsd
Minutos de registro	508	608									
Pastoreo (%)	9,0	40,2	***	NS	***	***	NS	*	NS	**	0,254
Rumia (%)	17,0	20,6	**	NS	NS	***	NS	NS	**	***	0,191
Rascarse (%)	10,6	5,6	NS	NS	NS	***	NS	***	*	NS	0,112
Reposo (%)	23,8	24,0	NS	***	***	NS	NS	NS	***	***	0,206
Otros (%)	39,5	9,6	***	***	NS	***	NS	**	***	***	0,184

M=me s. T=temperatura. H=humedad. THI= índice de temperatura y humedad. T×H = interacción temperatura y humedad. T×M=interacción temperatura y mes. H×M= interacción humedad y mes. T×H×M=interacción temperatura, humedad y mes.

rsd: desviación estándar residual; NS: No Significativo ( $P>0,05$ ); \* $P<0,05$ ;  $P<0,01$  \*\*\* $P < 0,001$

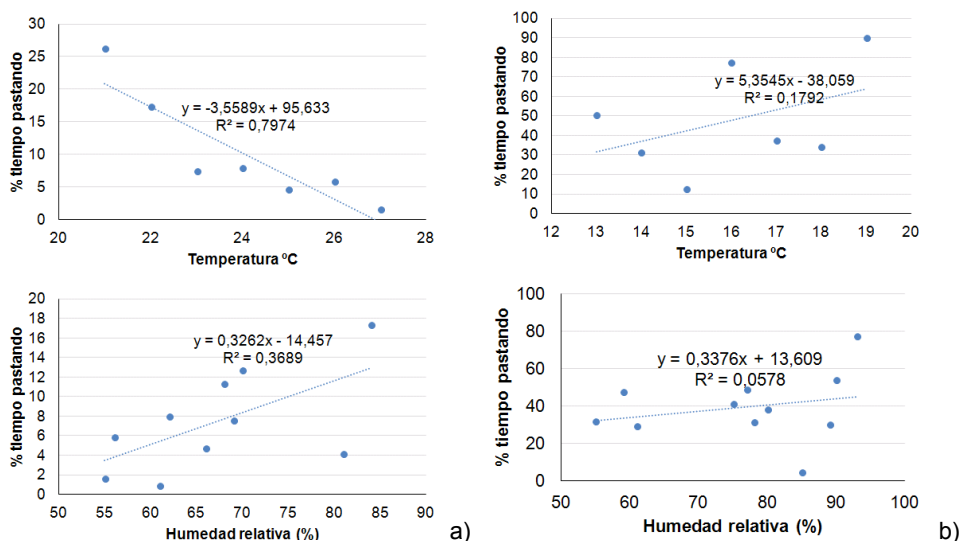
Los valores de aceleración en los 3 ejes provenientes de los collares en el periodo de octubre permiten diferenciar la actividad de pastoreo del resto de conductas registradas con un 70% de acierto, mientras que la capacidad de predicción del comportamiento de alimentación en comedero se redujo al 31% y de descanso tan solo al 14%. Con los datos de aceleración en los 3 ejes recogidos en el ensayo de otoño, no es posible predecir la actividad de rumia. Estos resultados ponen en evidencia la importancia de que se integre en una mayor base de datos provenientes de los collares para realizar una predicción apropiada, incorporando, además, en modelos futuros los factores climáticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kilgour R.J., 2012. Appl. Anim. Behav. Sci. 138: 1-11. • Lockyer D.R., Champion R.A., 2001. Agric. Ecosyst. Environ. 86: 237-246. • NOAA, 1976. Regional Operations Manual Letter: 31-

76. • O'Callaghan K.A., et al., 2003. Anim. Welf. 12: 605-610. • Ravagnolo O, et al. 2000. J. Dairy Sci.83: 2120-2125. • RCore Team. 2016. R foundation for Statistical Computing. • Roelofs J.B., et al., 2005. Theriogenology 64: 1690-1703. • Vazquez Diosdado J.A., et al., 2015. Anim. Biotelem. 3: 15. • Yin L., et al., 2013. Journal of Computers 8: 2590-2597.

**Agradecimientos:** Trabajo financiado por la Unión Europea a través del programa de innovación Horizon2020 SME instrument, No 726605.



**Figura 1.** Porcentaje de tiempo en que las vacas estuvieron en pastoreo durante las observaciones en el periodo de agosto (a) y octubre (b) y su relación con la temperatura y humedad.

### DEVELOPING A TOOL BASED ON ICT TO MONITORING LIVESTOCK AT PASTURE

**ABSTRACT:** Animal welfare is increasingly important, likewise the use of pasture land in sustainable dairy farming systems. Recent engineering advances, miniature technologies and the decreasing cost of electronic technologies has allowed the development of 'sensing solutions' that automatically collect and transfer data. Thus, electronic devices have been developing a tool that helps farmers to locate and monitor the activities of their herds especially in extensive farming systems. The tool was calibrated and validated in two periods (August and October) through the elaboration of ethograms in Holstein cows in extensive production. The methodology used in ethograms was scan sampling by instantaneous observation looking at different behaviours: searching for food, eating, rumination, drinking, grooming, resting, locomotion, agonistic, affiliative and sexual behaviours. The direct observations of the dairy cows due to the regular milking (twice per day) together with GPS recorders and the three-axis accelerometer activity provide opportunities to increase the data collection to improve the accuracy of this tool for extensive systems. Preliminary results from ethograms and the tool show that the time spent grazing and resting was influenced by the temperature and the humidity especially in August. The acceleration values in the 3 axes from the collars allow differentiating the grazing activity from the other behaviors registered with a 70% of success. More calibration from the tool is required.

**Keyword:** three-axis accelerometer, GPS, behaviour, ethograms, welfare, grazing systems.