



Departamento de  
Producción Animal  
y Ciencia de los Alimentos  
**Universidad Zaragoza**

-Asesoría-

Universidad de Zaragoza y la Empresa Santolaria  
Ganadera S.C.

Tecnología de monitorización del bienestar animal como vía  
para su mejora y aumento de la productividad en  
explotaciones de ganado vacuno de cebo

Asesoramiento e interpretación del programa de monitorización de bienestar  
animal

*Asesor: Gustavo María Levrino. Profesor Titular de Bienestar Animal.  
Departamento de producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de  
Veterinaria. Universidad de Zaragoza [levrino@unizar.es](mailto:levrino@unizar.es)*

Asunto: antecedentes e informe 2019



Uno de los principales desafíos del negocio ganadero, ya sea de producción de leche o carne, es aumentar su competitividad. Para eso resulta clave mejorar la gestión de los precios con tecnología de punta que sea capaz de reducir los costos y aumentar la eficiencia. Dentro de las soluciones tecnológicas, destacan los sistemas de monitoreo electrónico, los que además de presentarse como una herramienta efectiva para enfrentar problemas tan comunes para el sector como la pérdida de celos, cambios en la rumia por modificación de forrajes, patologías multifactoriales de tipo ambiental o de otra naturaleza. Estos sistemas entregan datos fiables sobre el estado de salud de los animales en un entorno amigable para el Profesional Veterinario y para el gestor del sistema de producción.

La ganadería de precisión (PLF) es un enfoque muy prometedor para minimizar el uso de medicamentos y optimizar la eficiencia de los Servicios Veterinarios, aumentando la productividad y haciendo al sistema más sostenible y respetuoso con el medio ambiente y la calidad de vida de los ganaderos. Sin embargo, su aplicación en sistemas intensivos de producción de carne de vacuno es un desafío no exento de inconvenientes cuyas dificultades fundamentales radican en la infraestructura tecnológica de los centros de producción. Los más evidentes son el acceso a energía eléctrica, a una red *wifi* de internet de alta gama o a una formación adecuada del personal. No obstante estos inconvenientes si bien no son de fácil solución, sí pueden resolverse con un buen apoyo institucional. En ese sentido el presente proyecto cumple la función de detectar estos riesgos previamente para darles solución o advertir de ello a los ganaderos que pretendan utilizar estas herramientas.

Existe otro condicionante de difícil solución que se centra en los escasos márgenes de beneficio de los ganaderos, consecuencia de unas diferencias desproporcionadas entre el precio que perciben y el precio final que el consumidor paga por el producto. Ello hace que cualquier inversión, por mínima que sea, para mejorar el manejo aplicando PLF conlleve una gran dificultad inicial, incluso que manifiesten su rechazo más absoluto. Por ello, un proyecto como este puede allanar el camino hacia una aplicación de PLF ya probada en condiciones de producción locales, cuyos condicionamientos son muy diferentes a donde se han desarrollado estas tecnologías. El principal inconveniente en este proyecto es la necesidad de reducir los



costes del equipo para hacerlo atractivo en un ciclo de producción relativamente corto como el cebo de un añojo, que permita amortizarlo en un solo ciclo de producción. El sistema originalmente estaba previsto para el sistema de vacuno de leche que es mucho más largo y permite incluso la reutilización del componente. Esto en el tipo de animal que se maneja en cebaderos no es posible y al momento del sacrificio no ha sido posible recuperar los crotales por problemas logísticos con la planta de faenado.

La fase de cebo del sistema de producción de carne de vacuno conlleva algunos conflictos de intereses entre la preservación del medio ambiente y las actividades socioeconómicas. La necesidad de tener información con datos precisos obtenidos de los animales para la cuantificación de los costes y beneficios del sistema son en sí un gran desafío. En ocasiones los beneficios que se obtienen no cubren los gastos para obtener la información necesaria para generarlos. En este caso el introducir mejoras basadas en datos precisos requiere de sistemas de control y registro que, si se realizan sin contar con herramientas PLF, su coste superaría claramente a los beneficios previstos. Por tanto no es viable.

Salir de este círculo es un gran desafío para el sector del vacuno de carne y la solución puede estar en la ganadería de precisión. Su enfoque es muy prometedor permitiendo equilibrar el bienestar animal y la productividad económica con un mayor respeto del medio ambiente y reduciendo el uso de medicamentos en el ciclo de producción.

El objetivo principal de este enfoque es monitorear continuamente aquellos factores que pueden influir en la productividad y el bienestar de los animales para desarrollar estrategias de manejo sostenible, teniendo en cuenta las variables adecuadas con herramientas eficientes. La mayoría de las herramientas empleadas para PLF incluyen sensores, cámaras de video, acelerómetros y podómetros que documentan el comportamiento de los animales.

El PLF utiliza una combinación de herramientas y métodos para medir diferentes variables de animales individuales de forma continua y con alta precisión, crear algoritmos o modelos que procesan esa información para ayudar en la toma de decisiones que respondan al diseño de



estrategias de gestión para los sistemas de producción ganadera, tal como se detalla en la Tabla 1.

La acidosis ruminal en el ganado de cebo es un trastorno metabólico común de origen digestivo con implicaciones económicas y de bienestar significativas (Figura 1). La acidosis ruminal es un trastorno nutricional del ganado bovino que recibe mucha atención por parte de la industria. Los servicios de monitoreo de la salud animal similares al utilizados en el presente proyecto, cuando se utilizan en feed-lots en USA, permitieron saber que aproximadamente el 1.9% de los animales alojados en los corrales de cebo desarrollan enfermedades digestivas y el costo promedio de cada tratamiento es de \$ 6.20 dólares. Las tasas mensuales de mortalidad en los corrales de cebo oscilan entre el 0,17% y el 0,42% de los animales y los trastornos digestivos son responsables del 42% de estas muertes. Los principales factores de riesgo están asociados a dietas con baja proporción de fibra con tamaños de partículas inadecuados y el uso de aditivos alimentarios que pueden determinar la velocidad y cantidad de ácidos orgánicos producidos en el rumen.

Los procesos de acidosis afectan los comportamientos de mantenimiento en especial el comportamiento de alimentación (consumo de alimento, masticación y rumia), que tiene un gran influencia en el equilibrio ácido-base del fluido ruminal. Todo ello conlleva grandes variaciones en los patrones de comportamiento de alimentación con comidas menos frecuentes y alteración de la rumia. El sistema que se está testando en este proyecto está diseñado para detectar estos cambios de patrones de comportamiento y así poder anticiparnos a las intervenciones de casos clínicos de acidosis, reduciendo los costes de tratamiento y el uso de medicamentos.

Tabla 1. Herramientas y variables a evaluar según las estrategias perseguidas

Herramienta	Variables	Estrategia perseguida
A Geolocalizador	1 Patrón de consumo	Evaluar consumo 1 3
B Acelerómetro	2 Patrón de actividad	Diagnóstico patologías y lesiones 1 2 3 4 5 6
C Vallado virtual	3 Comportamiento	Plan de desvieje/estructura rebaño 2 3 4 5 6
D Podómetro	4 Medidas morfológicas	Detectar comportamientos indeseados 1 3 4 7
E Sensor de actividad	5 Temperatura	Manejo reproductivo 3 4 5
F Video cámaras	6 Patrón de andares	Valorar el bienestar animal y confort 1 2 3 4 5 7 8 K
G Sensor térmico	7 Uso del espacio	Dinámica del uso de puntos de comida y bebida 1 3 5 6 7
H Básculas automáticas	8 Balance de energía	Predecir tasa de crecimiento y supervivencia 1 4 8 K
I Crotales identificadores		Valorar eficiencia o efecto del manejo 1 3 4 7 8 K
K Algoritmos/modelos		Evaluar impacto en el ambiente 1 3 6 7 K



Herramientas utilizadas, variables medidas y estrategias perseguidas por el sistema en pruebas

Además de la formulación de la dieta, el manejo de la alimentación y el entorno social también pueden afectar el comportamiento de alimentación y consecuentemente el pH del fluido ruminal. Por todo ello es necesario contar con un sistema automatizado de detección continua de estos patrones de comportamiento anormales para detectar tempranamente posibles casos de acidosis ruminal para poder así intervenir en esos animales concretos, evitando el uso de medicamentos y reduciendo el tiempo de trabajo de los Servicios Veterinarios. PLF provee de estas herramientas y el sistema que se prueba en el presente proyecto utiliza sensores que detectan estos cambios en el patrón de los animales para

emitir una alarma al ganadero (Tabla 1) y a los Servicios Veterinarios para que intervengan tempranamente ante potenciales casos subclínicos. Con ello se reducen los costes y se aumenta la eficiencia del sistema haciéndolo más rentable y más sostenible y respetuoso del bienestar animal.

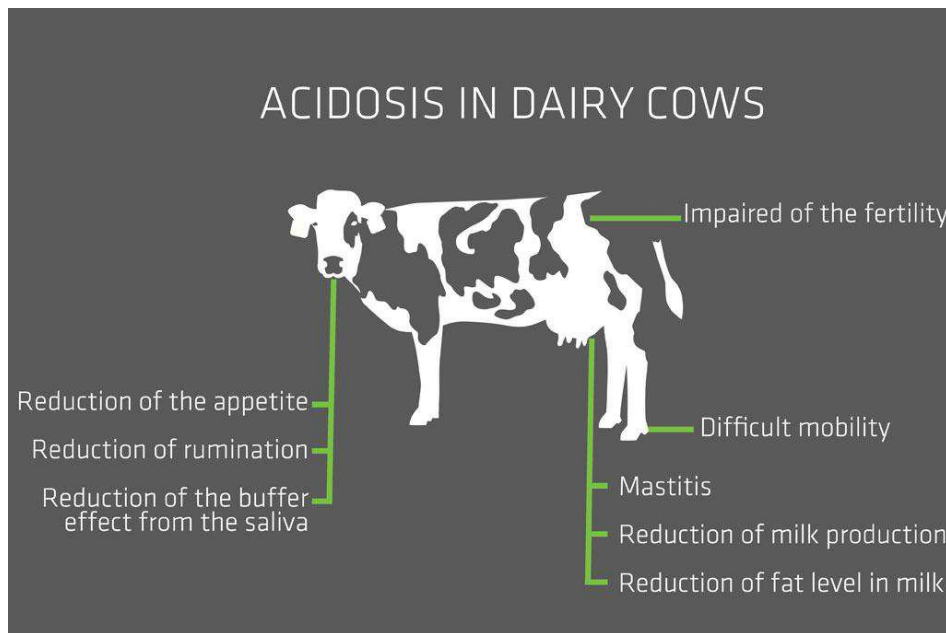


Figura 1. Consecuencias de la acidosis ruminal en vacuno

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el tiempo de rumia y actividad (RT y AT) del ganado vacuno, en granja y durante el transporte al matadero. Además, la relación entre el tiempo de rumia y el inicio de se registraron síntomas de enfermedades. Con este tipo de crotales electrónicos se realizó durante un período de seis meses en dos lotes de 90 animales de diversos cruces de razas locales de tipo pastero. Los animales fueron alojados en la misma granja siguiendo el manejo convencional de *feed-lot* utilizado en Aragón con niveles variables de inclusión de forraje. El tiempo de rumia individual (RT) y el tiempo de actividad (AT) fueron registrados y los datos fueron recolectados a las 2h intervalos. RT fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) durante la noche ( $54 \pm 21$  min / 2h en la noche y  $26 \pm 18$  min / 2h durante el día) y disminuyó significativamente ( $P < 0.05$ ) después de la distribución del alimento, mientras que el AT mostró una tendencia opuesta ( $35 \pm 15$  bits / 2h durante la noche y  $49 \pm 19$  / 2h bits durante el día). Se observó una reducción significativa ( $P < 0.05$ ) de RT ( $8 \pm 4$  min / 2h y un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) de AT ( $135 \pm 30$  bits / 2h) durante el transporte de 2h (de 6.00am a 8.00am), en comparación con el mismo intervalo de 2h de la

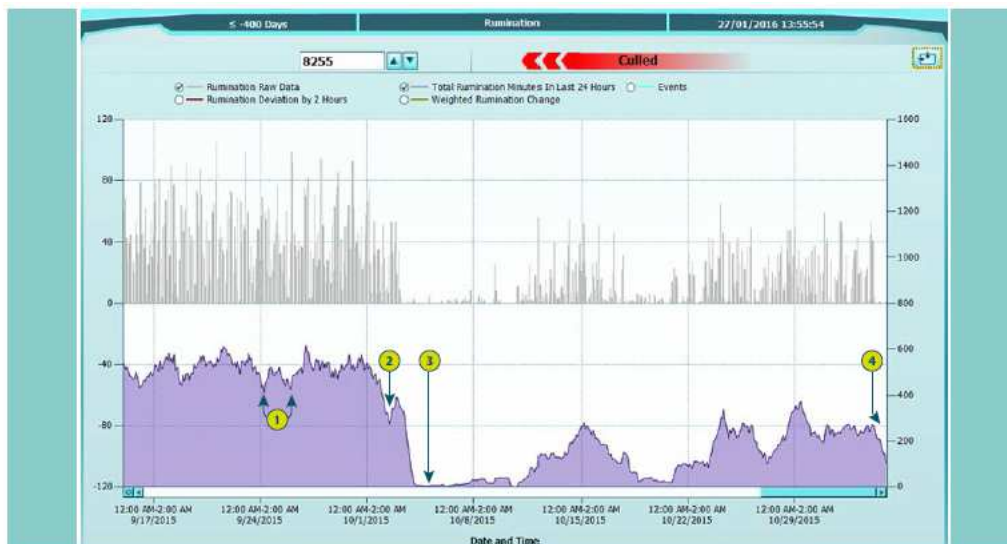


semana antes del sacrificio ( $RT\ 33 \pm 16\ \text{min} / 2\text{h}$  y  $AT\ 44 \pm 18\ \text{bits} / 2\text{h}$ ). Los resultados demuestran la eficiencia del sistema para monitorear RT y AT en ganado vacuno, con el fin de evaluar rumia fisiológica y tiempo de actividad. Se destaca un cambio significativo relacionado con el estrés en estos comportamientos durante transporte. Además, este sistema electrónico permitió registrar cualquier variación de RT y AT, y por lo tanto podría usarse para rápidamente Identificar aquellos animales en riesgo de desarrollar enfermedades. La implementación de este sistema en ganado vacuno podría ser útil para estudiar el comportamiento de rumia en diversas condiciones ambientales y de alimentación.

Los resultados preliminares del proyecto actual indican que el sistema emite alertas fiables y que después del uso de los crotales electrónicos se ha reducido la incidencia de acidosis ruminal significativamente. No obstante hay que reseñar que esta reducción no solo se puede deber al uso del PLF, sino que también se ha abordado el problema con nuevas tecnologías en el diseño de raciones totales premezcladas (TMR) similares a las que ya se llevan usando en vacuno de leche. Lamentablemente por tratarse de un estudio en situación comercial, no ha sido factible separar y cuantificar el efecto específico del PLF en esta reducción de la acidosis ruminal.

Está demostrado que la detección temprana de estos problemas es clave para reducir significativamente la incidencia de estas patologías en cebaderos comerciales, que afectan significativamente los ingresos de los ganaderos. El sistema puesto a prueba permite con bastante éxito detectar los casos antes de que sus manifestaciones clínicas produzcan un empeoramiento de los índices productivos e incrementen los gastos de Servicios Veterinarios. El sistema permite detectar los cambios de comportamiento asociados a aquellas conductas de mantenimiento (ver Tabla 1) como la frecuencia y duración del acceso a los puntos de alimentación, la tasas de rumia y de descanso, así como las alteraciones en los patrones de locomoción que pueden indicar la posible aparición de una patología asociada a la descrita anteriormente como es la posible laminitis con las consecuentes cojeras y pérdida de calidad de vida de los animales por el dolor que supone. Todo ello aumenta el bienestar de los animales y reduce los gastos asociados a estas patologías.

Existen estudios que demuestran que la detección temprana y el tratamiento rápido de las vacas enfermas pueden minimizar los efectos perjudiciales en su producción, reproducción, y bienestar general. Investigaciones realizadas con este sistema (Informe de salud de SCR) basado principalmente en el análisis del patrón de rumia, permite la detección de enfermedades días antes de que sea evidente para el productor lechero (Stangaffero 2016). En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de una vaca con una enfermedad subclínica donde se ve que la rumia comenzó a caer mucho antes de que el ganadero la detectara.



- ① Vaca aparece en el informe de salud
- ② Vaca aparece en el informe de salud
- ③ Vaca se halla tumbada y es tratada
- ④ Vaca descartada por tratamiento insuficiente

Figura 2. Monitoreo de la salud mediante el patrón de rumia.

Existen estudios que demuestran que la detección temprana y el tratamiento rápido de las vacas enfermas pueden minimizar los efectos perjudiciales en su producción, reproducción, y bienestar general. Investigaciones realizadas con este sistema (Informe de salud de SCR) basado principalmente en el análisis del patrón de rumia, permite la detección de enfermedades días antes de que sea evidente para el productor lechero (Stangaffero 2016). En





la Figura 2 se puede ver un ejemplo de una vaca con con una infección donde se ve que la rumia comenzó a caer mucho antes de que el ganadero la detectara.

La parte del alimento que contribuye al proceso de rumia es la fibra larga de la ración (Mertents 1997). Durante el proceso de rumia, la fibra larga se descompone para que las bacterias del rumen la digieran. El tiempo de rumia es proporcional a la cantidad de fibra larga que consumen. Las raciones de animales de rápido crecimiento suelen estar en el límite de este componente lo que les hace más propensas a la acidosis ruminal. Las vacas rumian alrededor de 140 minutos por cada kg de fibra larga consumida. Es así que los cambios en las características físicas de la ración se reflejarán en los cambios del tiempo de rumia (Adin 2009). En un rebaño típica bien manejado los ritmos de rumia tienen unos ritmos muy estructurados en el tiempo, pudiendo establecerse un patrón normal de rumia. Una vez que se establece este patrón, sus alteraciones indicarán un potencial problema de salud metabólica. Por debajo de los 400 de rumia por día se considera un indicador de riesgo de acidosis ruminal (DeVries 2009). La Figura 3 permite visualizar el monitoreo del grupo.

En el gráfico a continuación, la desviación estándar de la rumia grupal (la línea inferior) refleja cuán variables son las vacas en su rumia diaria. La desviación estándar de la rumia biológica es típicamente entre 50-80 minutos / día. Siempre que uno de los recursos (como el espacio de la litera de alimentación) sea inferior al óptimo, algunas vacas (las que tienen una clasificación más baja) no comerán, beberán o pondrán adecuadamente hacia abajo, lo que hace que la variabilidad aumente sustancialmente, como se ve a continuación a principios de agosto. El informe de monitoreo de rutina de SCR permite al ganadero rastrear rutina de la granja en tiempo real, recibir alertas cuando se detecte una gran desviación de la norma.



Figura 3. Patrón de rumia de grupo y emisión de avisos

Los resultados que se tienen hasta el momento indican que el sistema es bastante certero en sus alarmas, con la satisfacción manifiesta de los Servicios Veterinarios que indican una reducción y un aumento de la eficiencia de su labor. También los ganaderos donde se efectúan las pruebas han manifestado su satisfacción con el reparo único del aspecto mencionado al inicio de este informe, que se relaciona con los costes económicos por ahora inasumibles con el sistema de precios establecidos para el productor muy alejado del precio final del producto que el consumidor paga. La cadena de valor de la carne de vacuno debería ser revisada para así poder asumir costes iniciales del uso de PLF que a la larga supondrán beneficios para todos los sectores implicados en el sistema de producción, incluido, como no, el propio consumidor.

Pasos para la aplicación del sistema de identificación y monitorización del ganado

### *I. Planificación.*

Las investigaciones demuestran que la rumia es el indicador principal de una vaca sana. La tecnología del crotal o collar SCR incluye un sistema especialmente desarrollado para detectar y registrar la rumia y la actividad de la vaca. Todos los datos de la rumia proporcionados por estos sistemas de radiofrecuencia son inmediatos y procesables, enviados de forma inalámbrica al sistema tres veces a la hora. Esta información se utiliza para controlar la salud

de las vacas, ayudándole a identificar y tratar la enfermedad a tiempo y a prevenir la enfermedad antes de que se arraigue. Los datos de la actividad y los la rumia se registran en el collar y se almacenan en bloques de tiempo (aproximadamente dos horas), para que pueda identificar fácilmente el perfil de comportamiento exacto de cada animal. Esta combinación de monitoreo de la actividad y monitoreo de la rumia es muy útil para el manejo de las granjas, permitiendo tomar decisiones basadas en datos específicos de la salud y estado fisiológico de las vacas.

## *II. Ejecución.*

Para poner en funcionamiento el sistema hay que disponer de 3 elementos:

### *1. Identificador individual del animal.*

Mediante un crotal o collar SCR, es un sistema de radiofrecuencia con un sensor de movimiento, un microprocesador, una memoria y un sistema especialmente desarrollado para detectar la rumia y la actividad de la vaca. Combina la rumia, la actividad, estado fisiológico y la funcionalidad de identificación de vacas para ofrecer a los ganaderos una herramienta para monitorear a sus vacas en tiempo real, las 24 horas del día.



Cada crotal o collar SCR recopila información y la transmite al sistema SCR tres veces por hora a través de tecnología de radiofrecuencia, de modo que la información queda registrada en el sistema y está actualizada en todo momento, los Crotales envían su información cada 20 minutos , además dispone de una memoria de almacenamiento sin transmisión de 24 horas.



## 2. Unidad central de recepción de la información.

Se instaló una baliza en la explotación piloto (cebadero), que requería de alimentación eléctrica y una conexión a la red internet para la transmisión de la información. Estos dos aspectos supusieron un problema inicial ya que no se disponía de tales facilidades lo que supuso un gran reto logístico para la Empresa que finalmente pudo solucionarse. La unidad central recibe información de todos los dispositivos que se encuentren en su radio de alcance de 500 metros. El dispositivo los registra y almacena en local y posteriormente los envía a la nube donde se procesan, validan y se muestran en las diferentes aplicaciones móviles.





Este sistema de gestión de la información es capaz de estar hasta un máximo de 90 días sin conexión a internet, los datos que se envían a la nube son datos sin procesar y también procesados.

### 3. Aplicación Informática.

Para visualizar todo los parámetros registrados, el sistema dispone de una plataforma de gestión y procesado de la información, mostrando todos los datos relativos a la salud y bienestar del animal, en periodos de 1 hora, pudiendo crear diferentes estados y alertas individuales o en grupo.



### IV. Monitorización

Los datos registrados permiten monitorizar al animal, proporcionando la rutina del grupo en tiempo real, con información en tiempo real del patrón de rumia a nivel de grupo, cuyas alteraciones (fura del patrón pre-establecido) pueden indicar problemas de abastecimiento de agua, propagación de enfermedades, situaciones de estrés entre otras causas. Ello permite al gestor del sistema o a los Servicios Veterinarios concentrarse en aquellos grupos de animales fuera de patrón detectados por el algoritmo, para así anticiparse a problemas más graves, ahorrando tiempo y medicamentos, lo que redunda en una mayor sostenibilidad del sistema y una mayor eficiencia técnico-económica. El sistema evalúa las tendencias y la consistencia de rumia del grupo de cebo a largo plazo para tener una idea de la reacción ante cambios de sistemas de alimentación planificados o accidentales. El sistema de monitoreo sirve además



para monitorear aspectos de la reproducción que en el caso de vacunos de cebo no corresponden. De hecho es un dispositivo diseñado en su origen para vacunos de leche donde el aspecto reproductivo es fundamental.

El objetivo de este proyecto fue medir el nivel de actividad y rumia en vacunos toros jóvenes alojados en *feedlot* para evaluar si estos datos pueden usarse como indicadores del estado de salud de los animales. Dos grupos de animales de 100 animales fueron equipados en dos tandas de trabajo con sensores alojados en un dispositivo especial diseñado inicialmente para vacuno lechero en formato de crotal electrónico.

### Resultados y perspectivas

Detallamos brevemente los datos de producción y sanidad de un estudio similar controlado utilizando los mismos dispositivos. Los animales se pesaron al inicio y al final del ensayo, con un Servicio Veterinario provisto por la integradora para verificar su estado de salud cuando el sistema emitía alguna alerta. El sistema calcula mediante la información aportada por los sensores de movimiento al algoritmo del centro de cómputos de la Empresa proveedora de los crotales, el índice de homogeneidad o heterogeneidad de la rumia (DR), así como los índices diarios de actividad. Los añojos tuvieron una ganancia media diaria de 1.42 0.38 kg / día y una duración media de rumia diaria de 404 ±63 min y una actividad promedio de 474 ±46 bits. Los animales caracterizados por un bajo ADG tuvieron valores más bajos de rumia diaria mínima ( $P = 0.01$ ) y DDA ( $P < 0.001$ ), y un mayor rango de rumia ( $P = 0.007$ ) y DR ( $P = 0.003$ ). Se detectaron patologías asociadas a la enfermedad respiratoria bovina (31) y cojeras (5). Entre los animales afectados, el promedio diario la actividad, la rumia y el DDA fueron menores ( $P < 0.05$ ) a los 3-6 días antes del inicio de los signos clínicos visibles, mientras que DDR aumentó en comparación con los valores cuando los individuos aparentemente estaban sanos. El uso de los sensores individuales parece prometedor para el diagnóstico precoz de la enfermedad en el ganado vacuno y para mejorar gestión de rebaños.

Tabla 2. Análisis de fortalezas y debilidades del uso de crotales de monitorización automática del ganado vacuno de cebo en Aragón



*Fortalezas*

*Debilidades*

---

-Detección de grupos de animales de riesgo	-Necesidad de energía eléctrica
-Más eficiencia del Servicio Veterinario	-Necesidad de internet de alta gama
-Reducción del uso de medicamentos	-Necesidad de formación del personal
-Reducción del sufrimiento animal	-Coste inasumible del crotal por animal con la actual cadena de valor de la carne.
-Mejora del Bienestar Animal	-Imposibilidad de recuperar el crotal en matadero.
	-Necesidad de un crotal desechable de bajo coste aún no desarrollado
-Aumento de la sostenibilidad del sistema de producción (mejor aprovechamiento de los nutrientes, reducción del uso de medicamentos)	-Elevada pérdidas de crotales en el corral (20%) por escaso entrenamiento o a una colocación a edades no apropiadas o falta de facilidades de manejo
-Mejora de la imagen del sector	-Alto riesgo para colocar crotales en terneros machos enteros de razas temperamentales con riesgo para el personal
-Mejora el rendimiento de los animales	-Black-box sin acceso a los datos base con los que el algoritmo genera las alertas (total dependencia de un algoritmo no conocido)
-Mejora la calidad del producto	-Se debe validar el algoritmo para un sistema de vacuno de carne local (en principio es autoajustable con conceptos de inteligencia artificial y “aprendizaje” de la experiencia)
-Reducción de costes y aumento de beneficios a medio plazo	

---

El análisis de los patrones de actividad y rumia en el vacuno de carne durante el período de pruebas ha demostrado ser muy prometedor para permitir la detección temprana de los



animales en curso de enfermedad, tales como BRD, cojeras o acidosis, identificando individuos que muestran un bajo rendimiento. Aunque se necesitan más estudios para explorar el tema y confirmar los resultados prometedores, herramientas que permiten el continuo monitoreo de la rumia y la actividad puede ayudar potencialmente en el diagnóstico temprano de enfermedades comunes del ganado vacuno, lo que facilita las terapias dirigidas, facilitando el manejo del rebaño y optimizando actuación de los Servicios Veterinarios.

### Síntesis y perspectivas

En general considero que la prueba es muy necesaria para poder detectar los puntos débiles y fuertes de este sistema con el fin de evitar que sean los propios ganaderos los que experimenten en sus rebaños el sistema sin una salvaguarda de un proyecto financiado por las instituciones. Por una parte el hecho de realizarse en una situación real de campo tiene la ventaja de que los resultados son válidos para todos, pero por otra parte nos ha impedido poder hacer un estudio comparativo controlado adecuado. No obstante, disponemos de datos científicos de trabajos realizados en condiciones similares que avalan nuestras observaciones cualitativas. Las impresiones de los usuarios del sistema son en general positivas y las perspectivas de la parte intensiva del sistema de producción (*feed-lot*) son razonablemente buenas, estando en proceso de creación de una infraestructura adecuada, con un esfuerzo de inversión y formación significativo, que hacen tener unas perspectivas a medio plazo de beneficios en la productividad del sistema. De partida los obstáculos tecnológicos fueron importantes parecidos a los observados en otros estudios en extensivo lo que a priori hacían tener unas perspectivas muy débiles de potenciales beneficios del sistema. Estos inconvenientes hicieron que la primera tanda de animales crotalados tuviese resultados algo peores que la actual (en pleno desarrollo), habiéndose solventado la mayoría de los problemas iniciales. Al estar aún en ejecución no disponemos de todos los informes pero la comunicación con los Servicios Veterinarios transmite buenos augurios. Habiéndose resuelto estos obstáculos tecnológicos, el siguiente reto es hacer más rentable el sistema cuyos beneficios actualmente son muy reducidos en lo que el ganadero percibe del precio final del producto que el consumidor paga. Hay que trabajar en la creación de la cadena de valor de un producto de alta calidad, que si se aplica este sistema podrá considerarse excelente en la





prevención del bienestar animal. Este aspecto debería, con una buena campaña de difusión, reflejarse en la decisión de compra del consumidor. Se hace necesario un esfuerzo cooperativo entre ganaderos para poder influir en este sentido para que aquel ganadero que decida invertir en tecnologías que prevengan los problemas de bienestar animal y de sanidad, reduciendo el impacto ambiental del sistema, vea compensado tales esfuerzos debidamente.

#### Bibliografía

Adin, G., R. Solomon, R. M. Nikbachat, A. Zenou, E. Yosef, A. Brosh, A. Shabtay, S. J. Mabjeesh, I. Halachmi, and J. Miron. 2009. Effect of feeding cows in early lactation with diets differing in roughage-neutral detergent fiber content on intake behavior, rumination, and milk production. *J. Dairy Sci.* 92:3364–3373

Byskov, M. V., E. Nadeau, B. E. O. Johansson, and P. Nørgaard. 2015. Variations in automatically recorded rumination time as explained by variations in intake of dietary fractions and milk production, and between-cow variation *J. Dairy Sci.* 98:3926–3937.

Calamari, L., N. Soriani, G. Panella, F. Petrera, A. Minuti, and E. Trevisi. 2014. Rumination time around calving: an early signal to detect cows at greater risk of disease. *J. Dairy Sci.* 97:1 13.

DeVries, T. J., K. A. Beauchemin, F. Dohme, and K. S. Schwartzkopf-Genswein. 2009. Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Feeding, ruminating, and lying behavior. *J. Dairy Sci.* 92 :5067–5078.

Giaretta, E., Mordenti, A. L., Canestrari, G., Palmonari, A., & Formigoni, A. (2019). Automatically monitoring of dietary effects on rumination and activity of finishing heifers. *Animal Production Science*, 59(10), 1931-1940.

Kaufman, E.I., S. J. LeBlanc, B. W. McBride, T. F. Duffield, and T. J. DeVries. 2016. Association of rumination time with subclinical ketosis in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99:5604–5618.

Liboreiro, D. N., K. S. Machado, P. R. B. Silva, M. M. Maturana, T. K. Nishimura, A. P. Brandao, M. I. Endres, and R. C. Chebel. 2015. Characterization of peripartum rumination and activity of cows diagnosed with metabolic and uterine diseases. *J. Dairy Sci.* 98: 6812–6827.

Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1463 1481.



Pahl, C., E. Hartung, K. Mahlkow-Nerge, and A. Haeussermann. 2015. Feeding characteristics and rumination time of dairy cows around estrus. *J. Dairy Sci.* 98:148-154.

Stangaferro, M. L., R. Wijma, L. S. Caixeta, M. A. Al-Abri, and J. O. Giordano. 2016. Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part I. Metabolic and digestive disorders. *J. Dairy Sci.* 99:1-16.

Soriani, N., E. Trevisi, and L. Calamari. 2012. Relationships between rumination time, metabolic conditions and health status in dairy cows during the transition period. *J. Anim. Sci.* 90:4544-4554.

Sova, A. D., S. J. LeBlanc, B. W. McBride, and T. J. DeVries. 2014. Accuracy and precision of total mixed rations fed on commercial dairy farms. *J. Dairy Sci.* 97:562-571.