

# Ganadería de precisión en vacuno lechero

## 1. Introducción

La estructura de las granjas de vacuno de leche ha cambiado sustancialmente en los últimos 20 años, lo que ha conducido a un menor número de explotaciones, de mayor tamaño, más intensivas y con un mayor rendimiento por animal. Cuanto mayor es el tamaño del rebaño menor es la posibilidad de una observación e identificación individualizada de los animales, por lo que el ganadero debe apoyarse en el uso de las nuevas tecnologías (TIC), que no sólo le pueden ayudar a evitar trabajos pesados y repetitivos, sino también a gestionar el rebaño, a detectar precozmente cualquier anomalía, a favorecer un ordeño rápido y seguro para el animal, o a alimentar a cada animal según sus necesidades y, por ello, de forma más eficiente.

Por otra parte, en la producción intensiva de leche se ven con creciente preocupación el impacto ambiental de las granjas, la incidencia de patologías de diverso tipo (mamitis, cojeras, etc.), el bienestar de las vacas y la seguridad alimentaria, a la vez que hay que cumplir con una prolija normativa en las cuestiones citadas y en otras.

En consecuencia, es preciso que las granjas de vacuno de leche (en general, todas las explotaciones ganaderas) asuman nuevos desafíos y afronten el futuro mediante una correcta modernización de sus instalaciones y un uso intenso de nuevas tecnologías, tanto las que ya están disponibles como las que están por llegar, con el fin de gestionar mejor el conjunto de su explotación a través de una mejor gestión individual de cada animal.

Tenemos múltiples ejemplos de estas tecnologías, como los retiradores automáticos de pezoneras, que evitan el sobreordeño y tienen un efecto positivo, por tanto, sobre la salud de la ubre y sobre la productividad. O los dispositivos que miden la actividad del animal (p.ej. podómetros) y permiten mejorar considerablemente la tasa de detección de celos y, por ello, los resultados reproductivos, al disminuir los costes de inseminación, reducir el intervalo entre partos y una mayor duración de los animales al minorar la eliminación involuntaria por problemas reproductivos que pueden no ser tales, sino simplemente un problema de detección de celos.

El uso de sistemas electrónicos en la producción de leche ofrece otra ventaja, como es la de poder documentar la información relativa a las vacas. Así es posible disponer en todo momento y de forma



inmediata de datos actualizados, lo que es indispensable en el caso de los sistemas de aseguramiento de la calidad.

En los últimos años muchas explotaciones están tomando la decisión de crecer y aumentar el número de animales en ordeño con el fin de aprovechar los beneficios de la economía de escala, y tratar de compensar con mayor volumen de producción los cada vez más estrechos márgenes de beneficio. Sin menoscabo de esta alternativa, en la Unión Europea hay miles de explotaciones familiares que no quieren ser más grandes para no tener que emplear mano de obra externa o que, simplemente, no pueden crecer por la falta de tierra para la producción de alimentos, por la escasez de financiación, o por ambas cuestiones. Y también debemos darles una respuesta para su supervivencia, la cual pasa por una intensa mejora de la eficiencia productiva: producir lo mismo con menos o producir más con lo mismo.

## 2. Problemas de la Producción Lechera Actual

El bajo precio de la leche está detrás de la alta tasa de abandono de la actividad y de la falta de relevo generacional ante las escasas perspectivas de rentabilidad que compense la dura y exigente tarea de producir leche de vaca.

No obstante, sin negar lo anterior, también es cierto que los costes de producción se han incrementado notablemente, en muchas ocasiones, por un manejo inadecuado de unos animales de altísima calidad genética (y, por tanto, de alto potencial de producción), pero también muy exigentes. La no satisfacción de esas necesidades quizá esté detrás de no pocos problemas de las granjas.

Dicho de otra forma, al ganadero se le presentan dos importantes retos, que tendrá que afrontar. El primero es asumir que ha de pasar a ser un empresario, y que como tal, va a tener la necesidad de

**Antonio Callejo Ramos.** Dr. Ingeniero Agrónomo  
Dpto. de Producción Animal-EUIT Agrícola-UPM  
antonio.callejo@upm.es

obtener el producto (leche) que el mercado demanda y de venderlo; hasta hoy le recogen la leche y se la compran, incluso les hacen las facturas.

El segundo reto será reconocer que la causa del problema no sólo está en el precio de la leche sino en el margen económico. Ampliar éste pasa por reducir sus costes y, por tanto, prevenir y resolver las situaciones que conducen a una menor síntesis de leche o a deteriorar la salud del animal, y a alimentar de forma más eficiente.

### 2.1. Genética y nivel de producción

En muchos países la producción de leche por vaca se ha duplicado en los últimos 40 años. Más de la mitad de este incremento productivo se debe fundamentalmente a la mejora genética. La mejor alimentación, manejo, instalaciones, sanidad, etc.,



han hecho el resto. Sin embargo, existen diversas razones por las que, desde hace algunos años, se empieza a ver con preocupación este alto rendimiento productivo:

- a) Empeoramiento de los índices y problemas reproductivos (menor fertilidad, mayor número de inseminaciones, mayor intervalo entre partos, distocias, retención de placenta, quistes ováricos, metritis), mayores problemas sanitarios (cetosis, desplazamientos de abomaso, mamitis y cojeras) y una menor vida útil (longevidad) de las vacas por una mayor tasa de eliminación involuntaria.
- b) Los efectos anteriores junto con cambios en el comportamiento normal de las vacas (por ejemplo, debido a la mayor incidencia de cojeras) son indicadores de un sustancial empeoramiento del bienestar de estos animales.
- c) Dada la correlación negativa entre producción de leche, por un lado, y la fertilidad, la incidencia de enfermedades, la longevidad y el bienestar, por otro, cabe pensar que estos problemas irán en aumento si los objetivos de selección genética siguen buscando el aumento del rendimiento productivo.
- d) La mayor percepción y preocupación del consumidor por la forma de producir los alimentos que consume puede hacer peligrar al sector lácteo, tanto el primario como el industrial, si no es capaz de adaptarse a esta demanda.

### 2.2. Bienestar

No obstante, los principales problemas de bienestar de la vaca lechera no están sólo ligados necesariamente al nivel de producción sino también a la alimentación, al alojamiento y al manejo, que son inadecuados o insuficientes para encarar los altos rendimientos a que la selección genética ha dado lugar, generando no pocos ni leves problemas

de bienestar:

1. Disconfort crónico, por alojamiento deficiente, pérdida de condición corporal, etc.
2. Dolor crónico o restricción de movimientos debido a malas posturas, cojeras y alojamiento en manejos deficientes.
3. Mayor susceptibilidad a infecciones o a enfermedades metabólicas.
4. Agotamiento físico o metabólico después de alta producción prolongada.

La selección genética para alta producción también ha provocado un mayor tamaño de la ubre. Durante la lactación, la ubre aumenta su tamaño para poder almacenar entre 20 y 25 litros de leche, o más, entre ordeños. El gran desarrollo de la ubre durante la vida productiva del animal obliga a la vaca a andar con las patas traseras muy separadas, dando lugar a un reparto desigual del peso entre las pezuñas externas e internas de las patas traseras, que puede concluir en cojeras.

Hoy día, los principales problemas de bienestar en el vacuno lechero se derivan de la mayor incidencia de mamitis y de problemas de pezuñas y de patas, de su incapacidad para mostrar comportamientos normales, de respuestas fisiológicas de emergencia que consumen recursos energéticos, y de lesiones. Estos problemas de bienestar incluyen los originados por el entorno productivo (por ejemplo suelos deslizantes que provocan lesiones en patas, o suelos abrasivos que dañan las pezuñas) y por el manejo (falta de especialización de la mano de obra) y elevada rotación de ésta (que contribuye a una menor atención a la detección de enfermedades o síntomas de estrés), así como los ya mencionados esquemas de selección dirigidos únicamente a mejorar los caracteres productivos. Todo ello ha predisposto a que las modernas granjas lecheras tengan serios problemas de bienestar en sus animales.

La falta de bienestar o de confort lleva consigo la aparición de estrés, siendo éste una respuesta biológica del animal a una situación que éste animal interpreta como amenaza (lo sea o no realmente) e incluye cambios fisiológicos (afectando al nivel y eficiencia de la producción, reproducción y otras funciones productivas) y etológicos (consumo, actividad, etc.).

El bienestar animal puede valorarse de una forma poco precisa, de malo a bueno, por lo que una forma objetiva de evaluarlo es utilizando parámetros o funciones biológicas medibles tales como el éxito reproductivo (índices), incidencia de patologías, longevidad, cambios conductuales, etc. La duración, prevalencia y severidad son aspectos también deben ser considerados para evaluar la importancia de cualquier indicador de bienestar.

### 3. Ganadería de Precisión

El aumento constante del tamaño de las explotaciones ganaderas y de los rendimientos productivos de los animales representa una exigencia cada vez mayor tanto para el propio animal como para el ganadero. Los objetivos de aquéllas son mantener un buen estado sanitario del ganado, conseguir los mejores índices reproductivos, longevidad, así como un óptimo y rentable rendimiento productivo y una buena calidad del producto final. Para ello es primordial observar los animales con detenimiento, proporcionar una alimentación adecuada y reaccionar con rapidez a los cambios en el estado sanitario.

Como comentábamos en la introducción, no es fácil dedicar mucho tiempo a la observación del

## Ganadería de precisión en vacuno lechero

ganado en las granjas actuales, con un número de animales en constante aumento. Por ello, el ganadero deberá servirse de los diversos equipos que la tecnología ponga a su alcance.

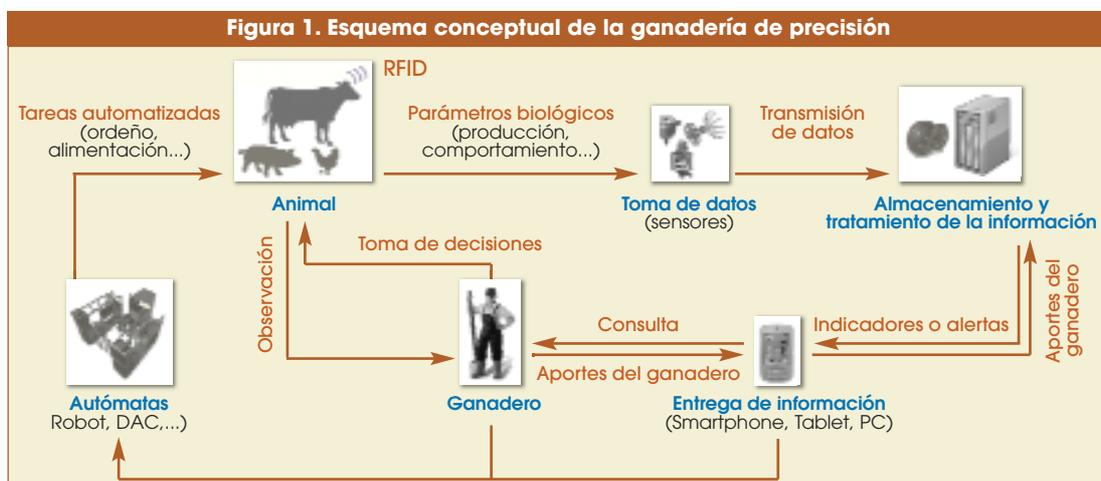
Estos elementos no suelen ser baratos pero las repercusiones de su uso sobre la organización del trabajo, sobre la salud de los animales y sobre la productividad hacen que el retorno económico sea inmediato y consigan una considerable reducción de los costes de explotación derivados de una gestión y de una salud deficientes.

El término que se viene empleando desde algunos años para definir el uso de estas tecnologías es el de **GANADERÍA DE PRECISIÓN**<sup>1</sup>, que podríamos definir como una metodología de manejo y de gestión que utiliza sensores y tecnologías de la información para monitorear y optimizar la contribución de cada animal a la producción, la salud, el impacto ambiental, el gasto energético y el bienestar en tiempo real, de forma automática y continua (Figura 1).

La observación visual y auditiva del granjero puede ser sustituida por cámaras y micrófonos con la gran ventaja de la apreciación exacta, constante y total. El tratamiento informático de estas imágenes y sonidos puede determinar la distribución y actividad de los animales así como su nivel de bienestar y estatus sanitario.

La particularidad de estas tecnologías es que son desarrolladas e implementadas para proporcionar datos e información en tiempo real, por lo que la toma de decisiones derivada de esta información puede ser muy rápida y así evitar la aparición o el agravamiento de problemas.

Por ejemplo, hay muchos estudios que documentan que las patologías de las vacas recién paridas están precedidas por síntomas inespecíficos que aparecen de 5 a 10 días antes que los síntomas clínicos, mostrando también que el indicador no específico más sensible de los problemas en un rebaño lechero es el descenso de la producción de leche. Además, existen otros síntomas inespecíficos



Esta monitorización y control implica la medición de indicadores biométricos (fisiológicos y morfológicos), de comportamiento, de consumos o de producción de forma individual en cada animal con el objeto de promover, implementar y mejorar estrategias de manejo, de gestión y el rendimiento de la explotación (Figura 2).



de aproximación al problema que pueden ser medidos con sensores de precisión:

- Aumento o disminución de la temperatura corporal
- Cambios en la composición de la leche
- Ganancia o pérdida de peso
- Disminución de la actividad física
- Cambios en la conducta de alimentación o en la rumia

Pues bien, las tecnologías utilizadas en ganadería de precisión permiten o permitirían medir en tiempo real los parámetros y conductas asociados a estos síntomas previos de patologías, interpretarlos y conducir a una toma de decisiones.

Por sintetizarlo de algún modo, podríamos decir que **si no medimos, no controlamos. Si no controlamos, no conocemos. Y si no conocemos, no podemos tomar decisiones; es decir, no podemos gestionar.**

La mayoría de los problemas tienen causas predisponentes similares y con frecuencia están relacionadas con pautas o circunstancias de manejo que no son las más adecuadas. Muchas de estas causas de estrés son predecibles y pueden controlarse, bien eliminándolos o, al menos, minimizándolos.

El tratamiento de los animales con problemas no es el objetivo, sino evitar que éstos aparezcan. La

<sup>1</sup> **Precision Livestock Farming (PLF)**, en su terminología en inglés. La ganadería de precisión aplicada a la producción de leche se conoce como **Precision Dairy Farming (PDF)**.

## Ganadería de precisión en vacuno lechero

Figura 3. Empujador de alimento (Catálogo de Lely)



Figura 4. Limpiador de pasillo (foto del autor)



Figura 5. Carga, mezcla y distribución automatizadas de la ración



aplicación de nuevas tecnologías de precisión puede ofrecer la oportunidad de responder rápidamente a los primeros signos inespecíficos de un problema inminente.

También podemos considerar ganadería de precisión el uso de dispositivos y máquinas que sustituyen total o parcialmente al ganadero en tareas repetitivas y pesadas; los ejemplos más claros son el robot de ordeño, los robots que empujan el alimento en el comedero varias veces al día (Figura 3), limpiadores de pasillos (Figura 4), o las instalaciones automatizadas para la preparación y distribución de las raciones unifeed (Figura 5).

#### 4. Objetivos y beneficios de la Ganadería de Precisión

El principal objetivo de estas tecnologías aplicadas en la Ganadería de Precisión es maximizar el potencial individual del animal, la detección precoz de patologías y, con ello, minimizar el uso de medicamentos mediante medidas de prevención sanitaria.

Es curioso resaltar cómo la tecnología puede permitir volver a prestar atención de forma individual a cada animal cuando el tamaño de las explotaciones, la escasez de mano de obra cualificada o las múltiples tareas que se han añadido en una explotación moderna son algunas de las circunstancias que han limitado dicha atención individualizada.

Desde un punto de vista económico y tecnológico, el principal propósito sería incrementar la rentabilidad, la eficiencia y la sostenibilidad de las granjas a través de la optimización de la adquisición de datos in situ (en la granja) y de su procesado, análisis e interpretación, con el fin de optimizar la producción, la nutrición y el ambiente de los animales zootécnicos.

El objetivo no es sustituir al ganadero, sino apoyarlo, pues siempre será el factor crucial en el buen manejo de los animales.

El escenario actual y futuro obliga a tener granjas competitivas y sostenibles, para lo cual, entre

otras cosas, es preciso contar con la máxima capacidad de **CONTROL**:

1. Del **bienestar animal**, tanto en el ámbito del ambiente en la granja (temperatura, humedad, gases  $\text{-NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ...-, corrientes y velocidad del aire), sanitario (estricta bioseguridad, estado inmunitario y enfermedades) y de comportamiento (actividad de los animales, densidad zonal, migraciones, sonidos, movimientos, ...).
2. **Productivo**, con mediciones cada vez más exactas del consumo de agua y alimento, así como del peso, del crecimiento diario o de la producción de leche, para obtener indicadores zootécnicos diarios.
3. **Energético**, ya que la energía es un elemento de coste cada vez más importante y por ello se deben hacer auditorías energéticas periódicas y control metódico de los consumos eléctricos y de combustibles

Los beneficios esperables incluyen una mayor eficiencia productiva, menores costes, mejor calidad del producto obtenido, minimización de los impactos ambientales adversos y mejora de la salud y del bienestar del animal.

La tecnología nos permite ya, de forma más o menos sencilla y con un coste que puede ser razonable, controlar estos parámetros en tiempo real y reaccionar rápidamente a desviaciones que anticipan problemas (por ejemplo, disminución brusca del consumo de agua) o que los pueden provocar (por ejemplo, disminución a aumento rápido e injustificado de la temperatura), y cuyo control se puede efectuar a distancia, sin necesidad de presencia física en la granja.

En la mayoría de las ocasiones, el lugar donde se genera la información y donde se analiza no coincide. Los recientes desarrollos de las tecnologías de comunicación a través de la telefonía móvil y de internet, cada vez más potentes, baratas y con mayor cobertura, ofrecen un enorme potencial en el diseño, aplicación y puesta en valor de las tecnologías de precisión. La información generada está disponible en internet, donde queda almace-

nada o puede presentarse de forma sencilla y visual, haciéndola llegar a quien corresponde prácticamente en el mismo momento en el que las cosas están sucediendo (Figura 6).

**Figura 6. La información está disponible donde se necesite**



De cara a facilitar el uso de sistemas de precisión en las granjas será importante desarrollar sistemas completamente integrados y proporcionar todos los componentes del sistema al usuario final. La práctica actual de promover el uso de componentes individuales de distintos sistemas y esperar que el usuario los integre es insostenible y contraproducente.

La necesidad de intervención humana en la adquisición y transferencia de datos al sistema debe ser minimizada. Si es inevitable, deben desarrollarse previamente procedimientos de trabajo estandarizado para ser aplicados tan pronto como los hechos requieran una acción de respuesta. Uno de los aspectos importantes de la ganadería de precisión es que reduce la necesidad de una intervención humana frecuente y automatiza tanto la adquisición de datos como las funciones de control en las granjas. Esta automatización liberaría de trabajo al ganadero que dispondría de más tiempo para dedicarlo a otras tareas y a la adecuada gestión de la granja o a aumentar su formación.

Sin embargo, los ejemplos exitosos de comercialización de tecnologías de precisión aplicadas a la ganadería no guardan una adecuada relación con el esfuerzo dedicado a I+D, a desarrollo de prototipos y a trabajos de investigación publicados al respecto, debido al pequeño número de empresas que están implicadas activamente en el desarrollo y comercialización de dichas tecnologías y la aparente desconexión entre los Organismos Públicos de Investigación por una lado, y la Empresa y el sector productor por otro. Para asegurar una mayor penetración comercial de estas tecnologías, sería preciso que:

- Proporcionen un retorno real y demostrable.

- Sean fáciles de manejar, flexibles y de respuesta segura y fiable.
- Reduzcan realmente la carga de trabajo, no sustituyendo una tarea por otra.

El papel principal de la ganadería de precisión será simplificar el proceso de adquisición, procesado y análisis de los datos a fin de que puedan ser presentados al ganadero como una solución y no como un problema añadido, facilitando la toma de decisiones.

## 5. Tecnologías de precisión

El avance de la ganadería de precisión en los últimos años ha sido facilitado por los progresos alcanzados en la potencia de los procesadores de computación y la disponibilidad de diversas tecnologías de sensores que son habitualmente "prestados" de otras áreas industriales.

Las tecnologías que se están desarrollando son muy numerosas. Probablemente, sólo algunas de ellas se podrán aplicar en la práctica, bien por su facilidad de uso, su coste asumible y sus resultados tangibles. Algunas de ellas llevan ya tiempo en uso comercial, como pueden ser los sistemas de identificación electrónica, el ordeño robotizado (con posible medición no sólo de la producción de leche sino de parámetros cualitativos como su conductividad eléctrica -indicador de mamitis-, grasa o proteína), podómetros para medir la actividad del animal, o sistemas de suministro automático de concentrados en las vacas adultas o de leche a los terneros.

La utilidad de estos dispositivos no sólo resulta de la reducción de la carga de trabajo del ganadero sino de la información constante y en tiempo real que pueden proporcionar y que permiten detectar situaciones anómalas de forma precoz, disminuir así el tiempo de respuesta y, con ello, reducir los costes derivados de tratamientos sanitarios más costosos, de la pérdida de producción o de la eliminación de animales irrecuperables.

Algunas otras tecnologías están empezando a utilizarse en tiempo reciente, como collares que incorporan sensores para medir la actividad de rumia del animal.

Las cámaras termográficas pueden emplearse para medir la temperatura del animal y detectar valores anómalos de la temperatura corporal o de la temperatura de la ubre (Figura 7). Fuera del animal, estas cámaras pueden utilizarse para comprobar la temperatura de los ensilados y detectar a tiempo zonas calientes donde el proceso no se está realizando correctamente. También podría utilizarse para detectar problemas de limpieza en la tubería de leche debidos a una inadecuada temperatura del agua o falta de uniformidad térmica a lo largo de dicha tubería.

En la actualidad, su uso está muy extendido

**Figura 7. Uso de cámaras termográficas (Fuente: Castro-Costa y col., 2013)**



## Ganadería de precisión en vacuno lechero

para verificar los valores térmicos en naves cerradas y detectar puentes térmicos y "fugas de calor".

El análisis de imágenes digitales, así como el análisis de la actividad del animal mediante la instalación de sensores adecuados son objeto de numerosos ensayos con diversos objetivos:

- Detección precoz de cojeras en vacas lecheras
- Previsión del momento del parto
- Detección de celos y determinación del momento óptimo de inseminación
- Detección precoz de problemas sanitarios
- Evolución del peso y de la condición corporal

Asimismo, se han desarrollado algunas aplicaciones para dispositivos móviles (smartphones o tablets) para recibir avisos tempranos de estrés calórico, en función de las previsiones meteorológicas oficiales, y actuar consecuentemente con anticipación, así como para la evaluación y control de rutinas de ordeño (ver Frisona Española, nº 202).

También se están desarrollando sensores GPS para localización continua de animales en pastoreo que requieran algún tratamiento debido a la información proporcionada por los sensores ubicados en el animal, o la instalación de vallados virtuales que puedan sustituir al vallado físico tal y como lo conocemos actualmente, abaratando notablemente el manejo del pastoreo o reduciendo la carga de trabajo que implica mover los pastores eléctricos periódicamente.

Quizá una de las más prometedoras tecnologías que se están desarrollando sea la que podríamos denominar como alimentación de precisión. Los distribuidores automáticos de concentrados fueron un paso inicial, en la medida que permitían suplementar una ración base TMR con cantidades variables de concentrado en función de las necesidades de las vacas y programar su distribución a lo largo del día, de forma similar a como lo hacen las nodrizas automáticas empleadas en la alimentación de los terneros. Ahora se quiere ir uno o varios pasos más allá, pues ya existen prototipos que son capaces, a partir de varios ingredientes, realizar su mezcla y distribución a cada vaca, de forma individual en la sala de ordeño, en menos de 15 segundos. Para calcular las necesidades de cada animal y preparar cada ración a cada vaca, el sistema utiliza algoritmos que tienen en cuenta parámetros como la composición de la ración TMR base, el momento y número de lactación, el peso vivo y su variación, su condición corporal, los días de gestación, la producción de leche y su composición (parámetros que también pueden ser obtenidos de forma auto-

matizada), y así preparar la fórmula de mínimo coste para cubrir las necesidades reales del animal con la mayor precisión posible.

No obstante, no quisiéramos finalizar este trabajo sin señalar una cuestión, a nuestro juicio, muy importante. Las tecnologías descritas y las que están por llegar son una mera herramienta, una más de las que pueden emplearse para mejorar la eficiencia de la granja. Es decir, no deben ser el exclusivo apoyo sobre el que descansen el manejo y gestión de la misma. Por tanto, no deben descuidarse aspectos esenciales como la mezcla correcta del TMR, la composición de la ración, la densidad correcta de animales, el manejo correcto del comedero, proporcionar las condiciones necesarias para que el tiempo de descanso de las vacas sea el máximo posible, etc. Por dar un ejemplo, Cook (2008) determinó que sólo el 30% de la variación en la cantidad de materia seca ingerida se explicaba por motivos nutricionales, atribuyendo a otros factores no relacionados con la alimentación el 70% restante.

### 6. Conclusiones

La tecnología puede y debe tener un papel esencial en la adecuada gestión de una explotación ganadera, máxime cuando éstas están adquiriendo una dimensión que no soporta unos sistemas de manejo y de gestión basados en la permanente observación del ganado y en procedimientos manuales. Se debe establecer un modelo de negocio "inteligente", tal y como existen en otros sectores industriales desde hace tiempo, con el fin de conocer en tiempo real lo que sucede en la granja, tanto para parámetros productivos como ambientales, y extraer el enorme potencial del uso correcto y eficiente de la información, que generalmente se infrutiliza o se utiliza inadecuadamente. En un futuro muy próximo, esta será una de las claves para mantener la competitividad y sostenibilidad de nuestras granjas.

Debemos destacar, finalmente, los posibles beneficios no estrictamente económicos derivados del uso de la tecnología, en la medida que éstas pueden contribuir a disminuir la carga de trabajo del ganadero y poder reducir la contratación externa o, simplemente, poder dedicar más tiempo a su familia, al ocio y a su propia formación.

*Nota: La amplia bibliografía consultada puede ser solicitada al autor de este artículo*

