

Alimentación de precisión en vacuno lechero

1. Introducción

En el último número de Frisona Española (nº 205) hablamos sobre el concepto de Ganadería de Precisión y su aplicación en la producción de leche de vaca. En este trabajo dejábamos constancia de la necesidad de ser más eficientes en la producción, es decir, producir más con menos recursos, con el fin de poder aumentar el margen de beneficio de cada litro de leche.

Teniendo en cuenta que la alimentación de los animales es el principal coste de producción de cualquier granja, es obvio pensar que podremos disminuir este coste si logramos una mayor eficiencia en la transformación del alimento en leche. Desde hace tiempo, la formulación de raciones para el vacuno lechero se viene apoyando en la tecnología (léase uso de software) para elaborar fórmulas alimenticias que satisfagan las necesidades de los animales al mínimo coste, lo que de alguna forma se puede considerar como alimentación de precisión.



Sin embargo, en el momento actual es preciso dar un paso más. Pensemos que las raciones TMR (*Total Mixed Ration* o Ración Completa Mezclada) se elaboran para satisfacer las necesidades medias del grupo de vacas al que van destinadas y, generalmente, suelen aportar más nutrientes de los necesarios para no afectar la producción de los animales del grupo que están produciendo leche por encima de la producción media del mismo. Estos animales alimentados "por exceso" van a ex-

cretar aquella cantidad de nutrientes que sobrepasa sus necesidades.

Esto da lugar, por una parte, a una ración más cara, puesto que una parte de ella no es asimilada por el animal al no ser necesaria. Por otra, va a suponer un aumento del potencial contaminante de esas deyecciones al contener un exceso de nutrientes, sobre todo si se trata de nitrógeno o de fósforo.

Un exceso de algún nutriente respecto a las necesidades de las vacas podría dar lugar a problemas digestivos o metabólicos y a un incremento del coste energético necesario para la metabolización y posterior excreción de dichos excesos.

Según algunos estudios, sólo el 26% de la energía contenida en la materia seca que consume la vaca se transforma en leche, perdiéndose el 34% en las deyecciones, el 6% en emisiones de metano y el 34% en forma de calor. Es evidente que hay margen para la mejora en la eficiencia de la alimentación: o bien reducimos el coste de alimentación manteniendo la producción de leche o asumiendo una pequeña menor producción, o bien asumimos una ración más cara que sea ampliamente compensada por un producción mayor de leche.

La tecnología puede contribuir a la detección precoz de problemas relacionados con la alimentación a través de la información recogida de forma constante por sensores apropiados y cuyo análisis automático proporcionaría inmediatas señales de alarma permitiendo tomar decisiones de forma rápida.

Finalmente, la mecanización y automatización de ciertas tareas contribuiría a reducir el empleo de mano de obra en tareas repetitivas y tediosas, aumentando su eficiencia y pudiendo dedicar más tiempo a otros trabajos, a la formación o a disponer de más tiempo libre.

La mayoría de las previsiones apuntan a que en el año 2050 la producción mundial de alimentos deberá ser el doble de la actual para satisfacer las necesidades de una población que podría superar los 9.000 millones de personas, con mayor nivel de renta que el actual y, por ello, con una mayor demanda de alimentos de origen animal. Este incremento de la demanda tendrá que ser satisfecho a través de una mayor eficiencia productiva pues no parece probable que aumente la disponibilidad de recursos naturales.

2. ¿Cómo estamos alimentando a las vacas lecheras?

Cuando la producción de leche estaba más ligada al pastoreo, el suplemento de alimento concentrado era suministrado en la sala de ordeño. Conforme la producción de las vacas iba aumen-

Antonio Callejo Ramos. Dr. Ingeniero Agrónomo
antonio.callejo@upm.es

tando, también lo hacía la cantidad necesaria de este suplemento cuya ingestión, en algunos casos, se prolongaba más allá del tiempo necesario para ordeñar esa vaca, con el consiguiente efecto negativo en el rendimiento del ordeño.

Asimismo, según la producción de leche se fue intensificando y las vacas fueron estabuladas, se hizo preciso disponer de algún sistema que permitiera suministrar los alimentos necesarios para satisfacer las necesidades de unos animales cada vez de mayor producción. En este sentido, la introducción de las raciones Unifeed (o TMR), preparadas en un mezclador (móvil o estacionario) al que se le incorporan los distintos ingredientes que componen una ración formulada mediante programas informáticos, supuso una verdadera revolución en la alimentación y manejo de las vacas de leche. Este sistema simplificó y mecanizó el suministro de alimento y permitió obtener sustanciales incrementos productivos. No obstante, también presenta sus limitaciones, puesto que la ración diseñada por el nutrólogo lo es para una "vaca de referencia" pero, como es obvio, no todas las vacas que reciben esta ración se ajustan a la descripción de esta "vaca tipo". Ello supone que algunas vacas del grupo recibirán más nutrientes y otras menos de los que necesitan.

De hecho, en un grupo de vacas que consumen la misma ración Unifeed o TMR, cuanto más se desvíe la producción de una vaca del nivel de producción en base al cual se haya formulado la ración, más se desvía esta ración de cubrir las necesidades nutritivas de dicha vaca. El ejemplo proporcionado por Bach (2014) es muy ilustrativo. Una vaca que produce 27 kg de leche/día tiene las siguientes necesidades diarias, según el NRC: 29,5 Mcal de Energía Neta (EN), 3,2 kg de Proteína Bruta (PB) y 9,5 kg de Proteína Metabolizable (PM), consumiendo diariamente 20,6 kg de Materia Seca (MS). Por tanto, la ración debe tener una densidad energética de 1,44 Mcal de EN/kg de MS y 15,4% de PB o 9,5% de PM, también expresado sobre MS. Si esa misma ración es consumida por otra vaca del mismo grupo que produce 30 kg de leche, sus necesidades diarias se incrementan en 2 Mcal de EN y en 103 g de PM, consumiendo 1 kg más de MS. Este kilo adicional aporta 1,44 Mcal de EN, frente a los 2 Mcal necesarios, y 95 g de PM, frente a los 103 g adicionales necesarios.

En los años ochenta del siglo pasado se introdujeron los distribuidores automáticos de concentrado (DAC), como una alternativa para que estas desviaciones fueran mínimas (Figura 1). Estos DAC suministraban un alimento concentrado de composición constante, en cantidades variables, con el que aportar los nutrientes no satisfechos por la ración base TMR a aquellas vacas de mayor producción de leche que la que dicha ración base podía satisfacer. De forma análoga a lo que hemos comentado para la ración TMR, los DAC ofrecen un concentrado con una composición constante, in-

dependientemente del nivel producción de la vaca que accede al DAC, variando únicamente la cantidad ofrecida. Una limitación adicional de este aparato es que el suministro de esa cantidad variable se basa únicamente en la producción de leche pero no tiene en cuenta ni el contenido energético ni proteico de la misma ni el cambio de peso vivo de las vacas.

Figura 1. Distribuidor automático de concentrado (DAC)



El uso de los DAC fue paulatinamente abandonado en buena parte de las granjas. Curiosamente, el suministro de concentrado en el lugar de ordeño se ha vuelto a incorporar en los sistemas más modernos actualmente disponibles como son los llamados "robots de ordeño", aunque ello se deba más a un modo de estimular la visita voluntaria de las vacas a la máquina de ordeño que a una verdadera estrategia nutricional.

3. Alimentación "personalizada"

Probablemente el sistema TMR continúe siendo utilizado durante mucho tiempo, dadas sus innegables ventajas, máxime en grandes explotaciones donde la instalación de los "robots de ordeño" necesarios es, hoy por hoy, inasumible desde el punto de vista económico. No olvidemos que se requiere uno de estos equipos cada 60-70 vacas en ordeño. Por otra parte, se han diseñado nuevos sistemas de elaboración de raciones TMR, completamente automatizadas, que reducen drásticamente el tiempo de trabajo requerido para la preparación y distribución de la ración (Figura 2).

Los trabajos de Hollander y col. (2013) en 111 rebaños de diversos tamaños indican que la tarea de preparar y distribuir la ración requiere entre 111 y 20

Figura 2. Carga, mezcla y distribución automatizadas de la ración



Alimentación de precisión en vacuno lechero

min/d, según el tamaño de la granja, que aumenta a 143-250 min/d cuando se añade el tiempo necesario para empujar la comida varias veces al día y limpiar el comedero. De ello se concluye el gran potencial en la reducción de trabajo derivada de la automatización de estas tareas, a lo que habría que añadir el aumento de la ingestión de alimento y de la producción de leche junto con una menor selección de la ración por las vacas, todo ello derivado de la posibilidad de aumentar el número de repartos diarios por dicha automatización.

En las granjas con un número elevado de animales, el futuro del ordeño está siendo abordado a través de la "robotización" de salas rotativas, con un rendimiento similar a las salas rotativas convencionales, pero donde la mano de obra requerida para realizar la rutina de ordeño y colocación de pezoneras se sustituye por "brazos robotizados". Es en este tipo de salas donde se pueden incorporar sistemas que permitan alimentar a las vacas con una mayor "precisión", esto es, suministrar en cada momento los nutrientes precisos para satisfacer las necesidades específicas de cada vaca.

El conocimiento de las necesidades nutritivas de las vacas es mucho más exacto y preciso gracias a la incorporación en el equipo de ordeño de equipos y sensores que son capaces de medir (cada vez con mayor precisión) no sólo la cantidad de leche producida por cada vaca sino su composición en grasa y proteína. Este equipamiento se puede incorporar a una sala rotativa equipada con un sistema de identificación animal y con una báscula electrónica para determinar el peso vivo de la vaca. El sis-

tema se completa con un equipo capaz de cargar, mezclar y distribuir hasta seis ingredientes diferentes en menos de 14 segundos, preparando tantas raciones distintas, en cantidad y composición, como vacas se están ordeñando (Figura 3). El sistema calcula las necesidades de cada vaca según van entrando en la sala de ordeño, en función de la ración TMR que está recibiendo, su estado de lactación, el número de parto, el peso vivo, la variación de peso vivo, días de gestación, cantidad y composición de la leche producida, creando una fórmula de concentrado al mínimo coste. Tras su suministro, la vaca dispone del tiempo en que se está ordeñando para consumir ese alimento. Cuando la vaca abandona el carrusel, el comedero es lavado y queda listo para la siguiente vaca que entre en esa plaza de ordeño.

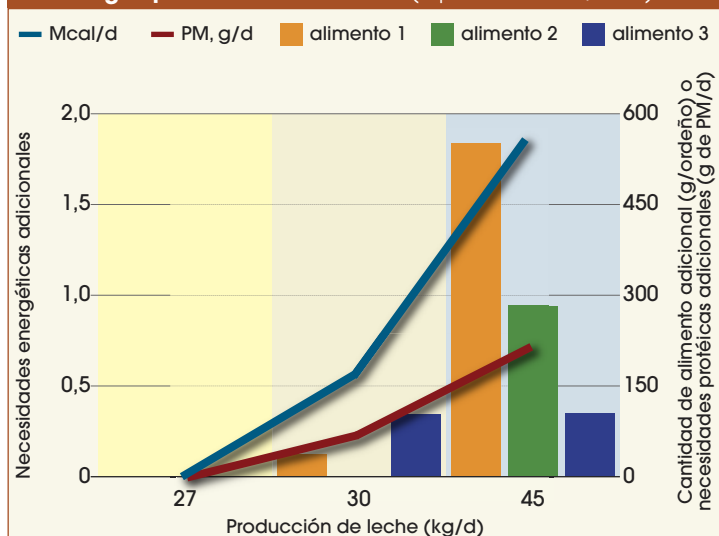
La figura 4 muestra la evolución de la composición de un concentrado que se distribuye en la sala de ordeño a vacas que consumen la misma ración base TMR y con diferentes niveles productivos, así como la cantidad de tres ingredientes distintos que pueden mezclarse y distribuidos tres veces al día durante el ordeño en función de las cantidades adicionales de energía y de proteína que requieren las vacas conforme su producción aumenta. La ración base TMR proporciona suficientes nutrientes para producir 27 kg/d de leche, sin requerir alimentos suplementarios. Las vacas que producen 30 kg/d se les suplementa con el alimento 1 y el alimento 3. Las que producen 45 kg/d son suplementadas con una mezcla de los tres ingredientes.

Una de las limitaciones de los sistemas de ali-

Figura 3. Sistema de suministro automático y dinámico de concentrado en la sala de ordeño



Figura 4. Cantidades adicionales de concentrado a suministrar según producción de la vaca (a partir de Bach, 2014)



mentación de precisión es la posibilidad de que las vacas puedan no consumir la totalidad del alimento suplementario dispensado. En el DAC y en el robot de ordeño representa un oportunidad perdida por el animal, pero en el último sistema de los descritos supone una pérdida de alimento y, por tanto, de dinero, ya que el alimento no consumido será eliminado al final del ordeño. Sin embargo, el hecho de que la distribución del pienso se realice a unas horas concretas y durante un intervalo de tiempo determinado (los del ordeño) y no se tenga acceso libre a lo largo del día (como sucede en los DAC y en el robot) explica por qué los rechazos de alimento son mínimos en la sala de ordeño, al menos cuando se distribuye hasta 1,5 kg/ordeño (Bach, 2014).

Otros trabajos experimentales (Maltz y col., 2013) no encuentran diferencias entre la materia seca ingerida (kg/d) por vacas alimentadas convencionalmente y aquéllas en las que se ajusta la ración suplementando con concentrado entre 0 y 25% de la materia seca ofrecida diariamente; ajuste reali-

Alimentación de precisión en vacuno lechero

zado en función de la energía exportada en la leche (según cantidad y composición) y del cambio de peso vivo observado la semana anterior al ajuste. Pero las vacas alimentadas con mayor precisión sí que tuvieron mayor rendimiento, tanto de kilos de leche, como de kilos de leche corregida al 3,5% de grasa y de kilos de leche corregidos en energía, lo que se tradujo en una mayor producción de leche (corregida en energía) por kilo de materia seca ingerida. Asimismo, de estas vacas se obtuvo un mayor ingreso sobre coste de alimentación

4. Tecnología para mejorar la “salud nutricional”

Podríamos decir que las vacas de leche de alta producción están durante prologados períodos de tiempo en una situación de estrés fisiológico, derivado de su dificultad para ingerir, digerir y metabolizar el alimento necesario para soportar su alto potencial genético de síntesis de leche. Es por ello por lo que sería muy interesante poder predecir con antelación suficiente la aparición de patologías alimentarias a partir de la detección precoz de los síntomas que anteceden a estas patologías y que pueden pasar desapercibidas a la observación humana o requieren de ciertos análisis químicos.

Por ejemplo, sería interesante poder medir el consumo individual de cada vaca, especialmente en los grupos de parto y posparto. Se estima que si el porcentaje de comida que queda en el comedero justo antes de la primera distribución del día es inferior al 2%, ello significa que no todos los animales se están alimentando ad libitum y quedan con hambre, lo que puede conducir a problemas metabólicos en los animales en estos estados fisiológicos.

Se dispone ya de datos a pequeña escala que indican que la disminución de la ingestión de materia seca está estrechamente asociada al riesgo de desarrollar metritis y cetosis subclínica al inicio de la lactación. También se sabe que la ingestión de materia seca está muy correlacionada con el tiempo que la vaca pasa en el comedero, tiempo que también está positivamente correlacionado con el número de visitas al mismo. Por consiguiente, podría disponerse en la cornadiza de equipos no muy sofisticados que recogieran datos del número de visitas y del tiempo acumulado en el comedero, disponiendo así de información relevante y constante para obrar en consecuencia.

Esta información también podrá ser útil para reducir el riesgo de cetosis y de laminitis, pues se ha observado (González y col., 2008) que las vacas dedican menos tiempo a alimentarse (menos visitas al comedero) en el 80-90% de las vacas con cetosis o laminitis aguda, así como una menor ingestión.

Una alimentación inadecuada normalmente da lugar a variaciones también inadecuadas del peso vivo y de la condición corporal. El peso vivo puede medirse mediante básculas colocadas en lugares de paso obligado para las vacas como es la salida de la sala de ordeño. El diagnóstico de la condición corporal se está realizando con notable precisión mediante la captura automatizada de imágenes cenitales digitalizadas de los animales y su posterior tratamiento y análisis por un software.

También pueden utilizarse sensores acoplados a los collares de identificación de las vacas, sensores que registran el tiempo de rumia e incluso el número de movimientos masticadores a lo largo del día. Ensayos realizados en Italia y en Israel, en rebaños experimentales y comerciales, muestran la posibilidad de definir umbrales de tiempo de rumia durante los primeros seis días de lactación como forma de de-

tección temprana de desórdenes metabólicos y reproductivos como cetosis, metritis o retenciones de placenta (Soriani y col., 2013; Halachmi, 2013).

La disponibilidad de equipos de bajo coste y fácil uso con el que poder medir la cantidad de calostro, su densidad así como la condición corporal permitiría a los productores de leche identificar rápidamente vacas con riesgo de hipocalcemia, cetosis y baja ingestión tras el parto, pudiendo así adaptar inmediatamente la ración y adoptar otras estrategias de manejo para minimizar la incidencia y severidad de estas patologías subclínicas en vacas recién paridas. Estos controles se basan en la correlación positiva existente entre los parámetros citados y los niveles sanguíneos de beta-hidroxibutirato y de ácidos grasos no esterificados en los 7 días posteriores al parto, así como en su correlación negativa con la ingestión de alimento durante ese período (Sawal y col., 2013).

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 descansa 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. 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.



5. Alimentación automatizada de terneros

La alimentación de terneros alojados en grupo mediante una nodriza automática (figura 5) demanda menos tiempo de trabajo (30%, según Kack y Zimerinck, 2010) que cuando son alojados individualmente en casetas o boxes, lo que ayuda a amortizar la inversión inicial en estas máquinas (20.000 €/nodriza; 1 nodriza para dos grupos de hasta 25 terneros), sin olvidar que las citadas casetas también tienen un coste. Otra ventaja de la alimentación automatizada es que posibilita la distribución la leche varias veces al día, sin trabajo adicional, y permitir así que los terneros puedan ingerir más leche a lo largo del día. Estos sistemas también pueden registrar el comportamiento de cada ternero en la nodriza, como el número de visitas y tiempo de cada una de ellas, cantidad de leche consumida, en cada visita y la total, o el número de visitas en las que el sistema no le ha distribuido

leche. Esta información puede ayudar a identificar terneros enfermos. Un número anormalmente alto de visitas sin “recompensa” muestra que los terneros están intentando conseguir más leche y este comportamiento es un síntoma de hambre. También puede ser síntoma, en terneros que están siendo destetados, de que tienen problemas en el cambio a pienso sólido y no obtienen la energía diaria necesaria.

Figura 5. Nodriz automática



El alojamiento de terneros en grupo puede presentar el inconveniente de un mayor riesgo de transmisión de enfermedades entre los terneros, fundamentalmente por la tendencia que presentan de succionarse unos a otros. Este comportamiento puede reducirse considerablemente colocando una puerta de cierre del “box” de alimentación para evitar que el ternero que está alimentándose



sea molestado. Esto permite que el ternero permanezca succionando la tetina durante más tiempo tras ingerir toda la leche, satisfaciendo así la necesidad de succión y reduciendo la posibilidad de hacerlo con sus congéneres a la salida del box. Asimismo, si la cantidad a suministrar diariamente no se distribuye en demasiadas tomas (por ejemplo, 8 litros/d en 4 tomas, mejor que en 8), el reflejo de estimulación se estimula la mitad de veces cada día y el tiempo que dura cada toma es más prolongado, lo que también reduce la motivación para succionar tras dicha toma.

6. Conclusiones

La tecnología puede y debe tener un papel esencial en la adecuada alimentación del ganado lechero, con el fin de aumentar la eficiencia de la misma y lograr aumentar los márgenes económicos y contribuir también al aumento de la producción

de alimentos. Esta mayor eficiencia productiva será una de las claves para mantener la competitividad y sostenibilidad de nuestras granjas.

Por otra parte, deben resultarse los posibles beneficios no estrictamente económicos derivados del uso de la tecnología en la alimentación de las vacas, en la medida que puede 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.

Bibliografía

- Bach, a. 2014. Precision feeding to increase efficiency for milk production. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 26:177-189.
- Callejo, A. 2009. Cow confort. El bienestar de la vaca lechera. Ed. Servet
- Endres, M.I. 2013. Management and housing of automated calf feeders in the Midwest US. *Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo. Rochester, Mn, USA*, pp:97-100.
- González, L. y col. 2008. Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:1017-1028.
- Halachmi, I. using behavior sensors and precision tools for optimum herd management: automatic detecting post-calving ketosis and lameness, application in robotic milking farms. *Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo. Rochester, Mn, USA*, pp:73-74.
- Hollander, C.J. y col. 2013. Potential for labor saving and improved feeding management with automatic feeding. *Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo. Rochester, Mn, USA*, pp:59-60.
- Jensen, M.B. y col. 2013. Computer-controlled milk feeding in calves. *Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo. Rochester, Mn, USA*, pp:81-82.
- Kack, m. y Ziemerink, J. 2010. Benefits, function and operation of computer-controlled calf feeders. *Proceedings of The First North American Conference on Precision Dairy Management, Toronto, Canadá*.
- LeBlanc, S. 2013. Challenges and opportunities for technology to improve dairy health management. *Proceedings of The First North American Conference on Precision Dairy Management, Toronto, Ca*, 8 pp.
- Maltz, E. y col. 2013. Effect of precision feeding according to energy balance on performance and profitability of early lactation dairy cows. *Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo. Rochester, Mn, USA*, pp:81-182.
- Sawall, Z.J. y Litherland, N.B. 2013. Low cost on farm predictors of individual cow risk for ketosis, fatty liver, milk production and farm transition wow success. *Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo. Rochester, Mn, USA*, pp:161-162.
- Soriani, N. y col. 2013. Rumination time: an indicator of health status and welfare condition. *Proceedings of the Precision Dairy Conference and Expo. Rochester, Mn, USA*, pp:91-92.