

# Importancia del control de calidad, trazabilidad y seguridad en las raciones completas (unifeed) para ganado vacuno lechero. Aplicación de la tecnología NIRS

BEGOÑA DE LA ROZA DELGADO. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Responsable del Programa de Valor Nutritivo. broza@serida.org  
ALEJANDRO ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ. Jefe del Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. afargamenteria@serida.org

El sector lechero se está viendo cada vez más afectado por importantes cambios estructurales y de estrategia productiva, a los que se han unido nuevos aspectos de calidad y seguridad alimentaria. A lo largo de su historia, ha sido el sector agrario más dinámico y el que ha demostrado una mayor capacidad para integrar rápidamente los cambios metodológicos.

Otro aspecto de relevancia en la producción de vacuno lechero es que la mejora de la rentabilidad de las explotaciones puede conseguirse mediante la utilización de sistemas productivos, aparentemente contrapuestos: los que utilizan la intensificación o la extensificación, a través siempre de la optimización de la ración.

La ingestión voluntaria de materia seca es con frecuencia la limitación nutricional de mayor importancia en el vacuno lechero. Depende por una parte de la capacidad de ingestión de la vaca, que es

mínima al momento del parto y aumenta hasta alcanzar un máximo después del pico de lactación, para después decaer primero muy lentamente y luego con rapidez al ser más sensible el efecto de la gestación.

Por otra parte, la ingestibilidad de los diversos forrajes y el efecto sustitución forraje/concentrado es otro factor a tener en cuenta. Existen diversos modelos de predicción del consumo voluntario de materia seca combinando los factores anteriores y cada sistema de racionamiento de alimentación tiene incluido el suyo, pero siempre resulta la cuestión más imprecisa, ya que se raciona con valores medios tabulados.

La alimentación *unifeed* consiste en suministrar conjuntamente forrajes y concentrados de cualquier naturaleza en cantidades calculadas formando una mezcla homogénea (raciones completas mezcladas). Permite mayor exactitud en la formulación y en la administración de

**El control y aseguramiento de la calidad de ingredientes y alimentos debe ser prioritario para las explotaciones del siglo XXI**



**Las ventajas en exactitud y administración de alimentos que incorpora la ración unifeed, se pueden convertir en un riesgo de ineficacia por problemas de heterogeneidad y distribución del tamaño de partículas.**

alimentos si se usa adecuadamente. Los carros mezcladores actuales, disponen de un dispositivo electrónico donde los ingredientes son pesados en verde. También llevan incorporado un sistema de memoria que almacena diversas raciones según lotes de animales, lo que supone un ahorro de trabajo diario, al reducirse el tiempo de reparto de los alimentos a una sola distribución conjunta por lote de animales y día. Es muy importante seguir las recomendaciones del fabricante en la mezcla de ingredientes a fin de obtener un producto homogéneo con una distribución de partículas adecuada, poniendo especial cuidado en no realizar un sobrepicado que puede causar serios problemas al moler y pulverizar el alimento o sub-mezclar lo que puede resultar en que las vacas utilicen el alimento de manera menos eficiente.

En el caso de dietas completas (*unifeed*), su contenido en materia seca (MS) tiene un papel preponderante, principalmente cuando la base forrajera de la ración son forrajes húmedos. Concretamente, en el caso de ensilados convencionales de hierba sin presecado, la humedad puede variar dentro del silo por capas, según la distancia a las paredes y al centro, etc, esto es, que en un mismo día y según zona, el peso en verde puede

tener un diferente contenido en MS. Ello modificará no sólo el porcentaje de MS de la dieta completa, si no que también afectará a las proporciones en los demás principios nutritivos de la misma. Con ensilados en rotopacas, el contenido de materia seca de cada una es siempre diferente. En este caso, la mezcla de alimentos requiere más tiempo de picado, conjuntamente con los forrajes que se introduzcan con fibra larga. El tiempo de picado - mezcla debe regularse para obtener una distribución óptima de tamaños de partículas, de forma que no se presenten problemas digestivos (descenso del contenido en grasa de la leche o incluso desplazamiento de cuajar). Existen juegos de tamices para ayudar a conseguir el tamaño de partícula adecuado. La Fotografía 1 muestra un carro mezclador distribuyendo una ración unifeed.

El sistema de dieta *unifeed* permite aportar una ración nutricionalmente balanceada todo el tiempo, posibilitando a la vaca consumir la cantidad más aproximada posible a sus necesidades de energía y mantener las características físicas necesarias para la función apropiada del rumen. Si bien el máximo de ingestión voluntaria se alcanza para contenidos en MS en torno al 50% (NRC, 2001), es posible obtener dietas completas con ensilados muy húmedos, alcanzándose niveles finales de tan solo un 35% de MS, pero en este caso, la mezcla no siempre está correctamente realizada, dada la dificultad de homogeneización de los distintos ingredientes que se agrava por un exceso de humedad. Con esta MS la ingestión voluntaria en vacas de 600 kg de peso vivo llega tan sólo a 14 – 17 kg MS/vaca /día (menos del 3% del peso vivo), frente a los 20 – 22 (3,5% del peso vivo o más) que pueden alcanzarse si el nivel de MS en la dieta completa llega al 50%. Por otro lado, contenidos en MS en la mezcla final superiores al 65%, también incrementan la heterogeneidad de la misma y añaden problemas de sedimentación por estratificación de ingredientes con lo que se agravan los problemas de adherencia que dificultan la elaboración de la mezcla.

En la Tabla 1 se resume la gran variabilidad que se puede encontrar en el



→  
Fotografía 1.-Carro mezclador distribuyendo una ración unifeed.



Muestra	% MS	% PBSMS	% FBSMS	% EESMS	% ALMSMS	UFLKG-1 MS
1	<b>66,3</b>	<b>16,40</b>	22,61	4,36	14,11	0,82
2	64,3	14,75	25,67	<b>4,38</b>	12,76	0,79
3	<b>51,3</b>	13,14	30,16	3,28	<b>5,99</b>	0,75
4	61,4	12,61	26,55	3,57	16,47	0,79
5	59,1	11,43	31,12	3,36	7,42	<b>0,74</b>
6	55,1	13,46	22,01	4,13	22,00	0,84
7	62,2	12,71	<b>21,89</b>	4,00	<b>24,41</b>	<b>0,85</b>
8	61,1	12,03	23,40	3,41	22,44	<b>0,85</b>
9	62,0	<b>10,80</b>	<b>32,50</b>	<b>2,52</b>	11,56	0,77
media ± sd	60,3 ± 4,6	13,04 ± 1,7	26,21 ± 4,1	3,67 ± 0,6	15,24 ± 6,6	0,80 ± 0,04

valor nutritivo y en el contenido energético de una misma ración *unifeed*, muestreada a diferentes tiempos de mezclado.

Conocer con fiabilidad y en el momento de elaborar la mezcla el contenido en nutrientes e incluso la cantidad de agua, tanto de cada ingrediente como del producto final, es uno de los retos de todo nutricionista a fin de lograr cubrir las necesidades diarias de los animales sin limitar su capacidad de ingestión. Por otro lado, hay que señalar que, los niveles elevados de humedad limitan la capacidad de almacenamiento de la mezcla. El agua libre es un principio nutritivo ideal para el desarrollo de microorganismos, que liberan toxinas al medio, con el consiguiente problema de salubridad para el animal.

Actualmente, con el buen nivel de cualificación de los ganaderos y la exigencia de optimizar los factores de producción, es necesario que aquellos puedan conocer las características de la ración en la propia explotación, como por ejemplo su contenido en proteína bruta (PB), a fin de cubrir las necesidades nitrogenadas de los animales. En vacas lecheras, una vez alcanzado el máximo de producción, las necesidades en PB en la mayoría de los sistemas de alimentación se sitúan en torno al 16% sobre MS, siempre que su degradabilidad ruminal

sea correcta (entre 60-65%); de este modo, quedan cubiertas tanto las necesidades en nitrógeno fermentable en el rumen como las de aminoácidos absorbidos en el intestino delgado para los diversos procesos fisiológicos del organismo de la vaca. Las últimas investigaciones apuntan a reducir el contenido en PB de las raciones completas al 15% sobre MS (NRC, 2001). Este tipo de alimentación permite el aporte simultáneo de proteína y energía al rumen, lo que maximiza la producción de proteína microbiana. Es conocido que el exceso en nitrógeno de la dieta tiene un impacto negativo sobre la salud y la fertilidad del animal (Godden *et al*, 2001) y al ser eliminado a través de heces y orina, se produce un incremento de insumos de N al medio ambiente que debe ser calculado al estar regulados por amplia normativa.

Aunque en nuestro país los sistemas de trazabilidad y aseguramiento de la calidad a nivel de alimentos producidos en la explotación aún están poco desarrollados, en otros países, como por ejemplo el Reino Unido, han puesto en marcha sistemas de aseguramiento de la calidad a nivel de la explotación. Los procedimientos de control incluyen tanto a las materias primas, para garantizar que éstas sean seguras y cumplan con las especificaciones, como a los procesos a nivel de carros mezcladores, de tal forma que permitan asegurar, entre



**Tabla 1.**-Variaciones en el valor nutritivo y contenido energético de una misma ración *unifeed* en función del tiempo de mezclado en el carro. Valores en azul y en rojo muestran los máximos y mínimos, respectivamente para cada parámetro.

**La tecnología NIRS es un sensor químico que analiza cualitativa y cuantitativamente parámetros químicos y biológicos.**



**La contaminación de ingredientes y productos puede generar problemas de salud animal y humana y grandes pérdidas económicas.**



**Figura 1.-**Análisis de una muestra unifeed mediante tecnología NIRS.

otros, que los ingredientes se mezclan en la proporción correcta y que los forrajes, granos y subproductos utilizados cumplen con las especificaciones de calidad y están libres de contaminaciones, etc.

A lo largo de su trayectoria investigadora, el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Asturias (SERIDA), ha tratado de profundizar en la implementación de la tecnología de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), para el **control de calidad, trazabilidad y seguridad** desde el primer eslabón de la cadena alimentaria que es el alimento para el animal.

La tecnología NIRS tiene un reconocido valor como método cuantitativo para obtener información analítica simultánea e inmediata de varios parámetros. Por ello, el Área de Nutrición, Pastos y Forrajes del SERIDA, a través del desarrollo de proyectos de I+D+I con empresas, ha facilitado la incorporación de esta tecnología, como herramienta de control de calidad en empresas como NUTEGA, la Cooperativa Os Irmandiños, S. C. G., la Sociedad Cooperativa Ganadera Valle de los Pedroches (COVAP) o el Centro Intercooperativo del Campo Asturiano (CICA), entre otras, lo que ha supuesto un elemento de innovación empresarial.

En la Figura 1, se muestra un ejemplo del proceso de análisis de una muestra unifeed en su estado natural para conocer su contenido en humedad y los parámetros nutritivos.

La incorporación de esta tecnología requiere su adaptación a los temas prioritarios ligados a Seguridad Alimentaria,

que necesita disponer de mecanismos de autocontrol y trazabilidad que permitan dar garantías a clientes y consumidores.

El control de calidad en todos los ingredientes de la ración, su trazabilidad a través de la cadena alimentaria, el ajuste diario de la ración tanto en contenido de MS, como en otros nutrientes y la homogeneidad de la mezcla final en el propio carro mezclador antes del suministro de la ración, es posible mediante la tecnología NIRS a través de modelos de predicción específicos y equipos portátiles como el que aparece en la Figura 1.

Con el propósito de avanzar en el uso de la “huella espectral” para el análisis cualitativo, se están investigando los factores de riesgo relacionados con la alimentación que pueden ocasionar alteraciones sanitarias en el animal o en hombre. Ejemplos de este tipo de análisis son: la presencia de contaminación fúngica o por insectos, la detección de granos rotos y la homogeneidad de la mezcla final, la determinación de contaminantes de tipo químico (ej. DON producido por micotoxinas), la presencia o ausencia en la ración completa de un determinado ingrediente, etc.).

Por el impacto negativo de las micotoxinas (metabolitos secundarios, generalmente tóxicos, producidas esencialmente por hongos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium sp.*, que crecen sobre materiales vegetales) sobre la salud y productividad de los animales y por tratarse de una contaminación que afecta, de forma general, a gran cantidad de ingredientes y piensos utilizados en alimentación animal, se están desarrollando algunas estrategias NIRS para conseguir su rápida detección y prevenir o reducir sus efectos negativos en animales.

Por otro lado, es importante destacar el enorme riesgo que representa para la salud humana la presencia de micotoxinas, como la aflatoxina B1, por su biotransformación a aflatoxina M1 en la leche. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la capacidad de la tecnología NIRS para la detección de micotoxinas

**La TECNOLOGÍA NIRS puede incluso realizar el análisis inmediato de las muestras en estado natural**







(AFB1) en cereales, lo que permite diferenciar correctamente entre muestras contaminadas y no contaminadas.

Como resumen, conviene resaltar que la idea de integrar **la tecnología NIRS** a nivel de explotación posibilitaría:

- 1.– **Control de calidad** en todos los ingredientes de la ración.
- 2.– **Trazabilidad** en los ingredientes a través de toda la cadena alimentaria.
- 3.– **Ajuste diario de la ración** tanto en contenido de MS como en otros nutrientes.
- 4.– **Homogeneidad** de la mezcla final en el propio carro mezclador a distintos niveles, antes del suministro de la ración y optimización de la misma.
- 5.– **Incremento** en la producción y **calidad** del producto final (leche, derivados lácteos, etc).
- 6.– **Seguridad alimentaria**, controlando los factores de riesgo relacionados con la alimentación que pueden ocasionar alteraciones sanitarias en el animal.
- 7.– **Reducción** del impacto ambiental por descenso de emisiones.
- 8.– **Modernización e incremento de la competitividad** de las explotaciones ganaderas.



## Referencias bibliográficas

- CALSAMIGLIA, S. (2008). Novedades del nuevo INRA - 2007. En. VII Jornada de Especialización en Nutrición Animal. FEDNA: Expoaviga, Barcelona. pp 54 - 56.
- CHAMBERLAIN, A. T.; WILKINSON, J. M. (1996). Feeding the Dairy Cow. Ed. Chalcombe Publications, Painshall, Church Lane, Welton, Lincoln, LN2 3LT, UK, 241 pp.
- DE LA ROZA-DELGADO, B.; SOLDADO, A.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A.; VICENTE, F. AND MODROÑO, S. 2006. NIRS as a tool to predict nutritive quality of raw Total Mixed Rations with silages incorporated. En: Sustainable Grassland Productivity. Grassland Science in Europe. Edita: Artes Gráficas Marcipa (Badajoz). Editores: J. Lloveras; A. González-Rodríguez; O. Vázquez Yáñez; J. Piñeiro; O. Santamaría; L. Olea and M. J. Poblaciones; ISBN.:84 689 6711 4. Badajoz (Spain). Vol.: 11: 571-573.
- DENLI, M. y PÉREZ, J. F. 2006. Contaminación por micotoxinas en los piensos: efectos, tratamientos y prevención. XXII Curso de Especialización FEDNA. Barcelona. 1-17.
- FERNÁNDEZ-IBÁÑEZ, V.; SOLDADO, A.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A. AND DE LA ROZA-DELGADO, B. 2008. Application of near infrared spectroscopy as screening tool for rapid detection of Aflatoxin B1 in maize and barley. Food Chemistry (en proceso de revisión para publicación)
- GODDEN, S. M.; LISSEMORE, K. D.; KELTON, D. F.; LESLIE, K. E.; WALTON, J. S.; AND LUMSDENSS, J. H. 2001. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. J. Dairy Sci. 84:1128-1139.
- GONZÁLEZ MATEOS, G.; MAJANO, M. A.; GARCÍA – REBOLLAR, P.; CALSAMIGLIA S., DE BLAS, C. (2008). Sistema INRA - 2007 de alimentación de rumiantes: novedades. En: VII Jornada de Especialización en Nutrición Animal. FEDNA: Expoaviga, Barcelona. pp 37 – 64.
- NRC (National Research Council); Subcomite on Dairy Cattle Nutrition (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. Ed National Academy Press, Washington, D.C., USA, 381 pp.
- SOLDADO, A.; FERNÁNDEZ-IBÁÑEZ, V. AND DE LA ROZA-DELGADO, B. 2008. Near infrared spectroscopy as qualitative method to detect aflatoxin B1 in raw cereal grains using dispersive instruments. Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 13th International Conference (Aceptado, en prensa). ■

**La tecnología NIRS es la única herramienta analítica que permite un control de calidad, trazabilidad y seguridad en toda la cadena alimentaria en tiempo real.**



Fotografía 2.-Equipo portátil NIRS para análisis de tierras y alimentos.

