

Manejo nutricional: ¿Se parece lo que la vaca come a lo que formuló el nutrólogo?

Introducción

Gracias a la investigación desarrollada en las últimas décadas, hoy contamos con modelos matemáticos que nos permiten predecir con bastante exactitud la producción de las vacas lecheras con solo conocer la composición nutricional de la ración, las características de la vaca (peso, días en leche, etc) y las condiciones ambientales. Gracias a estos modelos matemáticos los nutrólogos pueden formular raciones de bajo coste y garantizar la máxima eficiencia de conversión de alimento a leche. Sin embargo, a pesar de la dedicación del nutrólogo para balancear cuidadosamente la composición nutricional de la ración, a menudo encontramos que la ración del pesebre difiere de la ración formulada. Estas diferencias entre la ración formulada y la analizada se pueden explicar por: 1) la incertidumbre de la composición nutricional de los ingredientes y especialmente de la materia seca; 2) errores de pesada de los ingredientes en el carro mezclador; y 3) errores en el mezclado.

Debido a estos errores durante el proceso de alimentación los nutrólogos frecuentemente formulan con un margen de seguridad y sobrealimentan aquellos nutrientes que si son deficientes limitarían la producción de leche (p. ej. proteína). Sin embargo, al sobrealimentar determinados nutrientes no solo aumentamos el coste de la ración sino también la excreción de los nutrientes en el estiércol con consecuencias medioambientales.

En un estudio realizado en 15 ganaderías del estado de Virginia, James y Cox (2008) observó que no había una relación entre la proteína de la ración formulada y la proteína de la ración unifeed (Figura 1). En siete ganaderías del estado de California hemos encontrado resultados similares (datos preliminares del Dr. Alejandro Castillo). La proteína se sobrealimentó hasta en 3,4% unidades y se limitó hasta en 1,9% unidades en relación con la ración formulada (Figura 2). Estos datos nos indican que aunque

formulemos raciones que se ajusten a las necesidades de producción del animal y hagamos lotes de producción, no mejoraremos la eficiencia de aprovechamiento de nutrientes, a menos que en la ganadería se implementen buenas prácticas de manejo alimentario que minimicen la variación durante el proceso de alimentación.

En este artículo revisaremos en detalle los errores de manejo que nos pueden llevar a una diferencia entre la ración formulada y la analizada. Nos enfo-

Figura 1. Relación entre la proteína bruta de la ración unifeed y de la formulada en 15 ganaderías del estado de Virginia
(James y Cox, 2008; $P = 0,55$; $r = 0,45$)

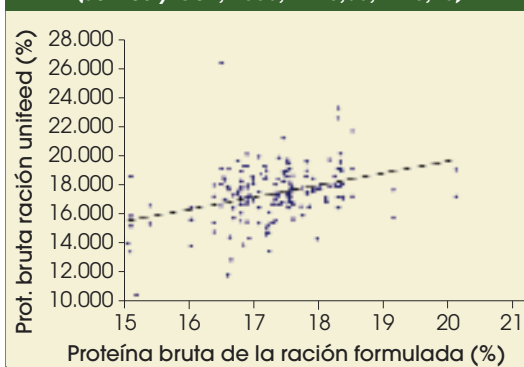
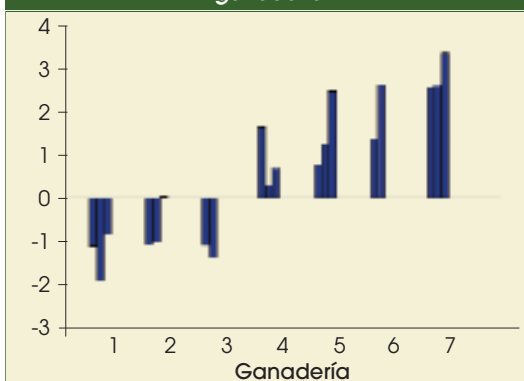


Figura 2. Diferencias entre la proteína bruta de la ración unifeed y la formulada en 7 ganaderías de California.
(Datos sin publicar del doctor Alejandro Castillo)
Las barras representan las dietas de los diferentes lotes de producción dentro de una misma ganadería.



Noelia Silva-del-Río. LV, PhD. Universidad de California, Cooperative Extension.
nsilvadelrio@ucdavis.edu
Ponencia presentada en las IX Jornadas Técnica de Vacuno de Leche SERAGRO Facultad de Veterinaria de Lugo, noviembre 2011



caremos especialmente en tres tópicos: 1) conocer la composición de los ingredientes que estamos incluyendo en la ración; 2) cargar, mezclar y picar correctamente los ingredientes en el carro unifed y 3) manejar correctamente el pesebre para minimizar que las vacas escojan.

I. Composición de los ingredientes

Para minimizar las diferencias entre la ración formulada y la alimentada es necesario conocer la composición nutricional de los alimentos incorporados en la ración. Las diferentes partidas de materias primas que llegan a las fábricas de piensos o a las ganaderías pueden variar mucho en su composición nutricional (p. ej. granos de destilerías, grasas animales). La **Figura 3** muestra la variación en el porcentaje de proteína de las materias primas usadas en 15 ganaderías del estado de Virginia (James y Cox, 2008).

El primer paso para conocer la composición de los ingredientes de la ración es recolectar muestras representativas que enviaremos al laboratorio para analizar. Aunque es fácil tomar muestras de los alimentos, es necesario seguir unas ciertas pautas para minimizar errores durante el muestreo. A continuación se describe brevemente cómo muestrear diferentes materias primas:

Concentrados, subproductos y pre-mezclas:

Para tomar muestras de concentrados, subproductos o premezclas se puede usar una sonda de grano en el centro del contenedor o recoger una muestra de un chorro continuo durante la descarga. En caso de no disponer de una sonda se pueden tomar entre 10-15 muestras en diferentes localizaciones, mezclarlas y tomar una muestra representativa. Más información de cómo obtener muestras se puede obtener en: http://www.gipsa.usda.gov/fgis/insp_weight/sampling.html

Heno de alfalfa empacado:

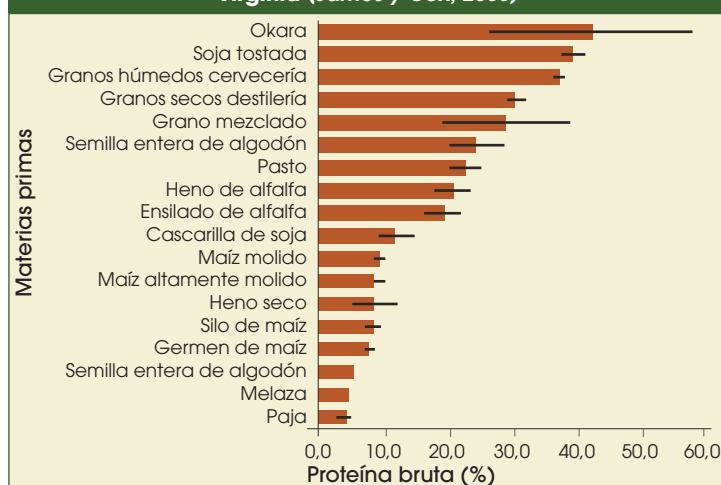
El muestreo de pacas de heno de alfalfa es un trabajo tedioso y pesado, pero es necesario ser rigurosos para obtener buenos resultados. Antes de comenzar el muestreo del lote debemos asegurarnos de que todas las pacas provienen del mismo corte, del mismo campo y son de la misma variedad. El número de muestras recomendado va a depender del tamaño del lote. Si la carga es de menos de 50 toneladas se aconseja de 15 a 20 muestras. En las pacas pequeñas se debe tomar una sola muestra por paca y preferiblemente en la parte central de uno de los extremos de la paca. Para muestrear es importante usar una sonda que esté bien afilada. No se recomienda tomar la muestra de manera manual ya que perderemos las hojas e incrementaremos la variación.

Información adicional en como muestrear pacas de alfalfa se puede obtener en: <http://forage-testing.org/files/hayprotocol.pdf>

Ensilado:

La muestra de ensilado debe ser representativa de lo que está siendo alimentado. Por eso, si algunas secciones del silo se están desechando, como por ejemplo los 10 cm más estropeados en lo alto y los lados del ensilado, no debemos incluirlas en la muestra para analizar. Al tomar la muestra debemos considerar la alta variación que existe en el propio ensilado (i. e. muchos ganaderos depositan el forraje más húmedo en la parte superior del ensilado ya que es más fácil de pisar). El Dr. Bill Stone realizó un estudio de campo en 15 silos de aproximada-

Figura 3. Variación en el porcentaje de proteína bruta de las materias primas usadas en 15 ganaderías del estado de Virginia (James y Cox, 2008)



mente 4 metros y demostró que la materia seca y el contenido en fibra neutro detergente variaba según la región (alta, media y baja) del ensilado, véase la **Figura 4**. También debemos considerar las diferencias en materia seca según avanzamos en el ensilado. En estudio reciente, Heguy (2010) observó que la materia seca del forraje recién picado que llegaba a largo día a la fosa del ensilado proveniente de una sola finca variaba hasta en un 21,5%. No todas las plantas crecen de manera uniforme en la misma finca y esto puede explicarse bien porque: 1) hemos plantado diferentes tipos de híbridos; 2) el perfil del suelo no es uniforme en la finca; 3) las aguas de escorrentía se acumulan en ciertas zonas; 4) se han cometido errores en la distribución de fertilizantes y/o pesticidas; y 5) en áreas localizadas nos encontramos con plantas infestadas.

Figura 4. Variación de la materia seca del ensilado de maíz en tres localizaciones diferentes (alta, media y baja).



Para obtener una muestra representativa del ensilado podemos usar una desensiladora que extraiga de arriba-abajo la parte central del silo, una pala que raspe la cara del ensilado a lo largo, o un rastrillo con el que manualmente tomemos muestras en varias localizaciones de la cara del ensilado. Tenemos que tener en cuenta que los primeros centímetros de ensilado expuestos al ambiente tendrán una materia seca diferente, bien más húmeda si

¿Se parece lo que la vaca come a lo que formuló el nutrólogo?

llueve o más seca si hace calor. Una vez que desensilemos el forraje debemos mezclarlo cuidadosamente usando un rastrillo (en silos pequeños) o el carro mezclador (en silos grandes). Una vez que el forraje desensilado se haya mezclado bien, lo submuestrearemos con un rastrillo o con las manos y cuidadosamente intentaremos que no se nos escapen las partículas más finas. Finalmente, del montón de forraje ensilado resultante del sub-muestreo tomaremos varias muestras para conseguir la muestra final que enviaremos al laboratorio.

En un estudio reciente en tres ganaderías de California, Rossow *et al.* (2011) observó que la mayor parte de la variación entre la ración formulada y la alimentada se explicaba por errores en la materia seca de los alimentos húmedos. De modo que es muy importante tomar muestras frecuentes de ensilado para ajustar la materia seca de la ración. La universidad de Wisconsin recomienda tomar 1, 2, 3, 4, 6, ó 7 muestras al mes en ganaderías de 50, 100, 200, 400, 800, ó 1600 vacas respectivamente (<http://www.uwex.edu/ces/crops/uforage/ForageSamplingFrequency-FOF.pdf>). Sin embargo, al desarrollar un plan de muestreo de forrajes debemos considerar no solo la variación en materia seca en el ensilado según avanzamos, sino también las condiciones climáticas. En Wisconsin, después de un evento de lluvia de 20 mm se reportó que el forraje ensilado con un 30% y 50% de materia seca pasó a tener un 25.9% y 43.1% de materia seca respectivamente (Mertens y Berzaghi, 2009). En California hemos observado anecdóticamente que en algunas ganaderías aumentan los desplazamientos de abomaso durante la estación húmeda. Esto quizás se explique porque el alimentador no ajustó las hojas de pesadas a pesar de los cambios en materia seca de los ensilados resultando en raciones desbalanceadas limitantes en fibra. Es probable que situaciones similares ocurran en nuestras ganaderías en Galicia durante la estación lluviosa.



Hay varias maneras de determinar la materia seca:

- **Horno con circulación de aire:** Es el método estandarizado pero es caro y requiere de 24 a 48 horas de secado.
- **Koster tester:** Es un aparato eléctrico que empuja aire caliente a través de una rejilla en la que colocamos el alimento. Se puede usar un temporizador que permite hacer otras tareas mientras secamos el alimento. Los resultados se pueden conseguir en unas dos horas. El coste es de \$340,50 y se puede conseguir en Nasco: (<http://www.enasco.com/product/C08633N>)

- **Microondas:** Tiene la ventaja de ser un proceso rápido de 20 a 30 minutos. Sin embargo, requiere la presencia de un operario ya que hay riesgo de que la muestra se sobrecaliente y arda. Para prevenir que la muestra arda es necesario colocar un vaso con agua dentro del microondas y activar el microondas a intervalos de 3 a 5 minutos. No se debe usar nunca el microondas de la cocina ya que en los ensilados encontramos patógenos que pueden causar graves enfermedades en humanos.
- **Vortex Dryer:** Es un aparato eléctrico que es rápido, fácil de usar y barato. El coste es de \$85 y está disponible a través de la Universidad Estatal de Pensilvania. Sin embargo no trae un temporizador incluido. (<http://www.abbe.psu.edu/pennstatepulling/vortex/>)
- **Deshidratador de comida:** Es un método fácil pero requiere de 2 a 8 horas. Se puede encontrar en comercios de electrónicos domésticos.
- **Región espectral del infrarrojo cercano (NIRS):** Estos aparatos están disponibles para uso en ganaderías desde el 2010. Son rápidos (1-2 minutos) y fáciles de usar. Son muy costosos y actualmente se están realizando estudios para determinar el tamaño de ganadería para la que puede ser rentable adquirir esta tecnología. Hay dos empresas que están intentando comercializar esta tecnología en las ganaderías de California:

Dinamica Generale: la caja de NIR se coloca en la cazuela de la pala y gracias a un programa informático de manejo alimentario y a una pesa que se coloca en el carro mezclador, el alimentador recibe información en tiempo real de cuanto necesita pesar de cada ingrediente. También es posible adquirir una unidad de NIR portable que es mas asequible. Más información puede obtenerse en: <http://www.dinamicagenerale.com/dgportal/index.php>.

Pioneer: la caja de NIR se coloca en la trompa de la cosechadora. Los cosechadores pueden usar la información de la materia seca para ajustar el tamaño de corte y picado a tiempo real. Además, si la cosechadora cuenta con un sistema de GPS se puede mapear la materia seca del campo cosechado. Esta información puede ser usada para investigar posibles problemas en el suelo. La caja de NIR se puede desmontar y usar en la ganadería para determinar la humedad de los alimentos. Más información puede obtenerse en: <http://agrico.squarespace.com/storage/john-deere/hayforage/9.%20HarvestLab%20Sensor.pdf>

Para la determinación de la materia seca en granja es indispensable contar con uno de los dispositivos mencionados previamente y con una pesa que esté calibrada. Los cálculos matemáticos para determinar la materia seca son fáciles como se demuestra en el siguiente ejemplo:

- Peso del contenedor: 300 g
- Peso del contenedor y de la muestra antes de secarse: 450 g
- Peso de la muestra: 150 g (450 g-300 g)
- Peso del contenedor y de la muestra después del secado: 355 g
- Peso de la muestra seca: 55 g (355 - 300 g)
- Materia Seca: 55 g (peso seco) / 150 g (peso húmedo)

$$X = (55/150) * 100 = 36,7\% \text{ MS}$$

Antes de usar los nuevos resultados de la materia seca y ajustar los pesos de los ingredientes debemos considerar los siguientes aspectos:

- Si los resultados más recientes de materia seca indican que ha habido un cambio de más de 3 puntos, será aconsejable repetir la muestra y evaluar si el aspecto del forraje coincide con los resultados.
- Si el nuevo resultado de materia seca supone un cambio de más de un punto y este mismo resultado lo encontramos de manera consistente (± 1 punto por tres días consecutivos) la ración debe ser ajustada.

St Pierre y Weiss (2007) sugieren usar una media ponderada y asignar diferente importancia (o peso) a los tres resultados más recientes de materia seca. Por ejemplo al resultado más reciente de materia seca se le asignará un peso del 50%, al penúltimo resultado del 30%, y al antepenúltimo del 20%. Sin embargo, al aplicar esta media ponderada debemos considerar posibles circunstancias que hagan más recomendable usar los resultados obtenidos en ese día sin hacer media ponderada (p. ej. ensilado expuesto a la lluvia, forraje de características diferentes indicando que proviene de otro corte).

II. Preparación de la ración unifeed

La función de los carros mezcladores unifeed es picar, mezclar y depositar los alimentos a lo largo del comedero de modo que en cada bocado las vacas ingieran la proporción adecuada de forrajes y concentrados tal como el nutrólogo ha formulado. Hay varios factores que deben ser considerados para preparar correctamente la ración unifeed y que son discutidos a continuación:

Pesos en tal cual de los ingredientes de la ración: En la sección anterior hemos discutido la importancia de ajustar el peso en tal cual de los ingredientes de la ración unifeed. Determinar correctamente la materia seca de los ingredientes es el primer paso para asegurarnos que la ración unifeed alimentada será similar a la formulada.

Báscula calibrada: Antes de empezar a cargar los ingredientes en el carro mezclador es importante asegurarse que las células de pesada del carro unifeed estén correctamente calibradas. Sin embargo, son pocos los distribuidores comerciales de carros unifeed que reconocen esta necesidad y en mi experiencia, ninguno cuenta con instrucciones escritas de cómo hacerlo. En California, 79% de los lecheros reportaron que revisaban la pesa del carro mezclador al menos una vez al año, pero solo 19% reportó que lo hacía de manera regular cada mes (Silva-del-Río *et al.*, 2010).

En el campo, los técnicos revisan si las pesas están calibradas colgando un peso conocido (p. ej. un saco de 50-100 kg) o colgándose ellos mismos "de manera prudente" en cada una de las esquinas donde las células de pesada se localizan. Si la ganadería o la cooperativa cuenta con una báscula de camiones, ésta podría ser usada para comparar el peso del carro antes y después de llenarse. Es importante también considerar que las básculas funcionan mejor cuando están situadas en un piso nivelado. Además debemos considerar que una báscula que es capaz de pesar 5.000 kg perderá precisión pesando cantidades pequeñas (p. ej. 10 kg).

Habilidades del alimentador: El operario encargado de alimentar a las vacas debe ser una persona habilidosa que sea capaz de descargar los diferentes ingredientes en el carro mezclador con poco margen de error. En California se considera admisible un error de $\pm 2\%$ del peso deseado. Sin embargo, algunos ingredientes tales como el heno, son difíciles de pesar con exactitud ya que se caen

en emboladas. También es difícil ser preciso con aquellos ingredientes que son incluidos en pequeñas cantidades, por eso es recomendable hacer premezclas con estos ingredientes.

Existen carros que cuentan con fresas autocargadoras que son capaces de desensilar y cargar rápidamente incluso ingredientes tales como harinas o granos. Los ingredientes se transportan hasta la cuba del carro mezclador por medio de una cinta situada en el brazo que sostiene a la fresa. Esto facilita el trabajo del operario que desde la cabina puede leer las cantidades de ingredientes que se están añadiendo.



Orden de los ingredientes: Para conseguir que la ración unifeed esté mezclada uniformemente y que los henos y forrajes tengan un tamaño apropiado de partícula, es muy importante el orden en el que se añaden los ingredientes al carro mezclador. Para determinar el orden apropiado es importante considerar las propiedades físicas de los ingredientes que afectan el mezclado tales como tamaño, forma, densidad, higroscopicidad, carga estática y adhesividad. Por ejemplo, los ingredientes húmedos (ensilados, melazas) que favorecen la adhesión de partículas y disminuyen la capacidad de los ingredientes secos de distribuirse uniformemente, deben ser añadidos al final. Los ingredientes de baja densidad o con tamaño de partícula largo (tales como el heno) tienden a flotar y deberían de ser añadidos al principio seguidos por los ingredientes más densos y de partícula pequeña que se van al fondo. El ensilado de maíz es un 33% más denso que el ensilado de alfalfa y los minerales pueden llegar a ser 2 ó 3 veces más densos que el grano o el concentrado proteico. Sin embargo, cuando el heno está ya picado debemos incorporarlo como último ingrediente para no reducir demasiado el tamaño de partícula. En esta situación, para favorecer que el heno se mezcle adecuadamente y no flote, podemos añadirle agua y/o melazas lo que aumentará su densidad y adhesividad y favorecerá el mezclado uniforme.

Según el tipo y marca de carro mezclador, el fabricante le aconsejará del orden más deseable en el que los ingredientes deben ser añadidos al carro. Por ejemplo, la mayoría de carros verticales permiten la incorporación de heno sin picar que debe ser añadido como primer ingrediente, pero demandan que se controle el tiempo de mezclado para evitar que el tamaño de partícula se reduzca excesivamente. Aunque los carros horizontales de barrena o de aspas con cuchillas también permiten la incorporación de heno sin picar, la uniformidad de mezclado es mejor cuando el heno se pica previamente. Si no se dispone de indicaciones es-

¿Se parece lo que la vaca come a lo que formuló el nutrólogo?

Figura 5. Partes del carro mezclador que necesitan ser cambiadas o reparadas.
(Fotos cortesía del Dr. Oelberg con Diamond V, US)



(1) cuchillas nuevas vs. cuchillas gastadas, (2) sinfines gastados y retorcidos, (3 y 4) deflector o trampilla del carro mezclador que está torcida o mal posicionada.

pecíficas del fabricante, debe considerarse el siguiente protocolo:

1. Incluir primero los forrajes con tamaño largo de partícula que necesiten ser picados.
2. Si no se quiere reducir más el tamaño de partícula de los forrajes (heno o ensilado), introducir primero los concentrados (granos o mezclas proteicas) y a continuación los ingredientes que se añaden en pequeñas cantidades (minerales, vitaminas...).
3. Incluir los forrajes que no necesitan ser picados al final.
4. Por último se añadirán los líquidos.

Sin embargo, solo nos podremos asegurar de que el orden de ingredientes es el más apropiado después de experimentar con diferentes secuencias de ingredientes y evaluar la uniformidad de mezclado.

Tamaño de la carga: Para conseguir un buen mezclado de la ración unifeed el volumen de ración preparada debe ser al menos del 50% pero no más del 90% de la capacidad máxima del carro mezclador. En el campo se ha observado un mejor mezclado cuando los carros verticales se llenan entre el 85% al 90% de la capacidad y los horizontales entre el 70% al 80% de la capacidad.

Tiempo de mezclado: Es importante consultar al fabricante del carro mezclador ya que el tiempo de mezclado adecuado depende del diseño del carro y de la velocidad de rotación de los sinfines. Mezclar ingredientes secos requiere diferente tiempo de mezclado que cuando se añaden ingredientes húmedos. Además de mezclar, la mayoría de los carros cuentan con cuchillas que pican el forraje. Un tiempo de mezclado excesivo puede resultar en una mezcla homogénea pero con un forraje demasiado picado que no proporciona suficiente fibra efectiva. Sin embargo, si el forraje no se tritura lo suficiente se favorecerá que las vacas escojan en el pesebre. En California, los lecheros reportaron que el tiempo de mezclado variaba entre 3 y 35 minutos. Esta alta variación nos indica que probablemente exista la oportunidad de educar a los alimentadores acerca de las implicaciones de un tiempo de mezclado excesivo o insuficiente.

Mantenimiento del equipo: Para conseguir un

buen mezclado y picado, es importante remplazar las partes del carro unifeed que estén gastadas y/o presenten fracturas de estrés tales como las cuchillas, los sinfines y el deflector o trampilla de los carros verticales (Figura 5). Para un buen mezclado, el alimento debe elevarse por encima del centro del sinfín y caer hacia las paredes del carro mezclador. Cuando las alas del sinfín están gastadas y dobladas hacia abajo no pueden elevar el alimento adecuadamente y el carro no va mezclar bien. Si encontramos materiales enrollados en el sinfín, tales como cordón de empaquetar u otros, debemos retirarlos ya que afectan al flujo de los ingredientes. Es importante revisar si el deflector o la trampilla de los carros verticales está gastado o mal posicionado ya que el alimento no tendrá suficiente espacio para caer y mezclarse apropiadamente. En los carros horizontales de rodillo debemos vigilar que no haya comida sobrante después de descargar ya que esto nos indicaría que las paletas rascadoras están gastadas.

Carros mezcladores nivelados: Para conseguir un buen mezclado es importante que el carro esté situado en una superficie nivelada durante el mezclado, de lo contrario se crearán puntos muertos donde los ingredientes no se mezclan y se quedan estancados. Además, como mencionamos anteriormente, la báscula del carro mezclador solo funcionará correctamente en suelos nivelados.

Líquidos: En muchas mezclas unifeed se añaden líquidos tales como melazas, grasas o agua. Sin embargo, cuando los líquidos se añaden de manera localizada (p. ej. en uno o dos puntos) pueden formar aglutinaciones en las paredes del carro y afectar al mezclado uniforme de la ración. Es deseable que los líquidos se añadan en múltiples localizaciones, y si es posible, con boquilla rociadora.

Los carros mezcladores que usamos en nuestras ganaderías cumplen dos funciones: 1) mezclar los ingredientes uniformemente y 2) picar la fibra larga de los forrajes. Así, la ración unifeed debe ser evaluada para asegurarnos que ambas funciones se están desarrollando adecuadamente.

Mezclado uniforme

Existe poca información acerca del impacto en la salud y producción animal cuando se alimenta una mezcla unifeed no uniforme. Sin embargo, los productores son conscientes de la importancia que tiene un buen mezclado. Cuando los animales ingieren nutrientes en exceso no son capaces de usarlos de manera eficiente y acaban excretándolos, y en casos extremos incluso pueden llegar a causar toxicidad (p. ej. urea). Una ración no uniforme puede también limitar la ingesta de determinados nutrientes esenciales y afectar el rendimiento de producción. Es probable que los efectos de una ración mal mezclada sean más evidentes en aquellos animales que están ingiriendo menor materia seca (p. ej. vacas secas, vacas frescas). Para determinar cuál es la variación de la ración unifeed dentro de una misma partida y entre partidas podemos usar varias técnicas:

1- Behnke (2005) propuso varios métodos: 1) análisis químicos de vitaminas, minerales, aminoácidos, etc; 2) pedazos de hierro coloreados que pueden ser separados del alimento con un imán; y 3) análisis de cloruro sódico (sal común) con tiras Quantab®.

Esta última técnica es la más fácil y barata de realizar. Las tiras Quantab® contienen una columna de color rojo con dicromato de plata. Al colocar la tira en una solución acuosa salada, el agua llena la columna y la sal reacciona con el dicromato de

plata produciéndose un cambio de color. Esta técnica requiere agua caliente, papel de filtrar, un cilindro graduado y cálculos matemáticos.

2- Buckmaster (2009) propuso experimentos simples que se pueden realizar en la ganadería. Buckmaster propone evaluar el proceso de mezclado usando marcadores comestibles, fáciles de visualizar y cuantificar, tales como zanahorias pequeñas, granos enteros de maíz o nubes de algodón. Por ejemplo se puede examinar el impacto de añadir los ingredientes en diferente orden y en diferentes localizaciones del carro mezclador, el tiempo de mezclado, etc.

3- El Dr. Oelberg con la compañía Diamond V (US), se sirve de la caja separadora de forrajes de Pensilvania para realizar auditorías de la uniformidad de la ración unifeed. El protocolo que sigue es el siguiente:

- Por cada ración unifeed preparada, toma 10 muestras representativas en el pesebre.
- Procesa las 10 muestras con la caja de Pensilvania.
- Evalúa el coeficiente de variación de los tamices medio y último. El objetivo es alcanzar un coeficiente de variación de $< 5\%$.

Si documentamos que la ración unifeed no es uniforme debemos cuestionarnos:

- ¿Es el tiempo de mezclado suficiente después del último ingrediente?
- ¿Es el tamaño de la carga excesivo o insuficiente para garantizar un buen mezclado?
- ¿Hay partes/piezas gastadas del carro mezclado (sinfines, trampillas)?
- ¿Está el heno picado suficientemente?
- ¿Es el orden de los ingredientes el más adecuado?
- ¿Se añaden líquidos? ¿Cómo, cuándo y en dónde?

Más información del trabajo de Dr. Oelberg puede encontrarse en la siguiente página web: http://www.vtdairy.dasc.vt.edu/pdf/cow_college/2011/15%20Oelberg%20tmr%20slides.pdf

Picado del Forraje

Es muy importante que el picado del forraje sea adecuado para prevenir que la vaca seleccione entre las partículas más finas y el forraje. Al mismo tiempo hemos de asegurarnos que la ración proporciona suficiente fibra efectiva para estimular la rumia, la salivación, y el movimiento ruminal.

Para evaluar el picado del forraje contamos con una herramienta fundamental que es la caja separadora de forrajes de Pensilvania. Se recomienda que en la criba superior tengamos al menos entre 2 y 8% de la ración (caja de tres cribas y una bandeja baja) o entre 8 y 10% (caja de dos cribas y una bandeja baja). El manual en español de cómo usar la caja separadora de forrajes está disponible en el internet: <http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/pdf/separador-de-particulas-02-42.pdf>

Varios factores van a afectar el tamaño de partícula final de la ración unifeed. Cuando los forrajes ya tienen un tamaño de partícula reducido antes de ser añadidos al carro, es necesario reevaluar el orden en el que se añaden los forrajes y el tiempo de mezclado, de otro modo, podemos reducir excesivamente el tamaño de partícula. El tiempo de mezclado es extremadamente importante para evitar que el forraje acabe muy picado, especialmente si las cuchillas están bien afiladas. También podemos encontrarnos problemas cuando no picamos suficientemente el forraje. En su experiencia de

campo, el Dr Oelberg con Diamond V observó una ganadería que presentaba episodios intermitentes de desplazamientos de abomaso asociados al desgaste progresivo de las cuchillas del carro mezclador y que se resolvían cuando las cuchillas se cambiaban.

Para conseguir un perfecto mezclado y picado de la ración unifeed deberíamos usar dos tipos diferentes de maquinaria: **1)** una picadora que triture los diferentes forrajes hasta alcanzar el tamaño de partícula deseado y **2)** un carro mezclador sin cuchillas para mezclar los diferentes ingredientes de la ración unifeed. Para asegurarse de que los granos, los concentrados proteicos, los subproductos, los aditivos y los minerales están mezclados correctamente muchos productores optan por incorporar premezclas de fábrica o preparan sus propias premezclas en la ganadería. Quizás en el futuro contemos con nuevos diseños de carros picadores y mezcladores que cumplan estas dos funciones más eficientemente. Sin embargo esto es un gran reto ya que en la ración unifeed se compone de ingredientes con características físicas muy diferentes y difíciles de mezclar homogéneamente.



III. Manejo del pesebre y sus efectos en la ración consumida

Un buen manejo del pesebre es clave para maximizar el consumo de materia seca y minimizar que la vaca escoja la comida. Los buenos manejadores se aseguran de que: **1)** el pesebre este siempre limpio y ofrezca suficiente espacio para que la vaca se sienta cómoda al comer; **2)** haya siempre comida disponible en el pesebre; **3)** la forma física y el horario de reparto y empuje de la ración unifeed prevenga que las vacas escojan la comida; y **4)** los sobrante de la ración unifeed sean mínimos en ganaderías que alimentan *ad libitum*.

A lo largo del día la ración del pesebre tiene diferente composición ya que las vacas escogen en detrimento de la fibra (Armentano y Leonardi, 2003). De este modo, las vacas agresivas van a consumir

¿Se parece lo que la vaca come a lo que formuló el nutrólogo?

una ración diferente, con menos fibra, que las subordinadas. Observando el pesebre y el comportamiento de las vacas podremos deducir si las vacas están activamente escogiendo la comida. Las vacas que escogen estarán tragado pequeños bocados en diferentes localizaciones y dejando agujeros dispersos en el pesebre en vez de uno solo. Sin embargo, otras vacas comerán agresivamente e indiscriminadamente en una sola localización. La caja separadora de forrajes de Pensilvania nos puede servir para evaluar la agresividad con las que las vacas escogen la ración y ayudarnos a determinar si es necesaria una intervención (p.e. picar más corto el forraje, añadir agua al carro para que se adhieran las partículas finas a los forrajes...).

Para maximizar el consumo de materia seca lo más importante es asegurarse de que las vacas siempre tengan comida fresca disponible en el pesebre. Para asegurarse de que el alimento siempre esté disponible, Robinson (1989) propuso alimentar para tener > 10% de sobantes. Sin embargo, con el alto precio de los piensos y forrajes esto puede ser costoso. Además, existe muy poca evidencia científica que soporte alimentar por cualquier nivel de sobante. En mi conocimiento solo existe un estudio (Dado *et al.*, 1998) que evaluó las implicaciones de alimentar por diferentes niveles de sobantes (5%, 15% ó 30%) y encontró que no había diferencias en producción. Es importante considerar los errores del proceso de alimentación que pueden limitar la comida disponible en el pesebre tales como errores en la materia seca de los forrajes, errores en las pesadas de los alimentos, y/o desconocimiento del número de vacas que existe en el corral (común en

ganaderías grandes que mueven frecuentemente animales). Las ganaderías de California tienen como objetivo alimentar para conseguir los siguientes porcentajes de sobantes: 0% de sobantes (55,9%), de 1 a < 3% de sobantes (24,3%), de 3 a 5% de sobantes (13,5%), ó > 5% de sobantes (6,3%).

Los buenos manejadores observan atentamente el comportamiento de las vacas y evalúan asiduamente el pesebre. Gracias a esto consiguen asegurarse de que el pesebre nunca permanezca vacío por más de una hora aun cuando alimentan por mínimos sobantes. Esto es muy importante ya que si limitamos el acceso a la ración no solo disminuimos la ingesta al final del día, sino que también favorecemos un apetito excesivamente voraz cuando son alimentadas de nuevo. Esto conlleva a fluctuaciones importantes de pH ruminal y puede afectar al porcentaje de grasa en leche e incluso a la salud animal. Prentice *et al.* (2000) comprobó que al realimentar a un novillo privándolo de alimento durante 12 horas favorecía una ingesta exagerada de la ración lo que resultó en una caída del pH ruminal (Figura 6). En una ganadería de alta producción de California, Tully *et al.* (2011) estudiaron un caso de depresión de grasa en la leche. Durante la investigación de campo observaron que las vacas se encontraban con un pesebre vacío después del ordeño y cuando eran alimentadas comían vorazmente. El "síndrome del pesebre vacío" fue considerado como el principal causante del problema de depresión grasa.

La frecuencia con la que la ración unifeed se ofrece y se arrima al día va a afectar los patrones de consumo. DeVries *et al.* (2003) observó que al ofrecer comida fresca y al salir del ordeño era cuando las vacas pasaban más tiempo en el pesebre, sin embargo arrimarles la comida no tuvo un gran efecto (Figura 7). Sin embargo, a pesar de que el arrimado solo estimula a un pequeño porcentaje de vacas a acercarse al pesebre, el alimento debe ser empujado tan a menudo como necesario para que la ración este siempre al alcance de las vacas. Las ganaderías con sobantes al final del día deben asegurarse de que es el resultado de una alimentación *ad libitum* y no de una falta de acceso a la comida.

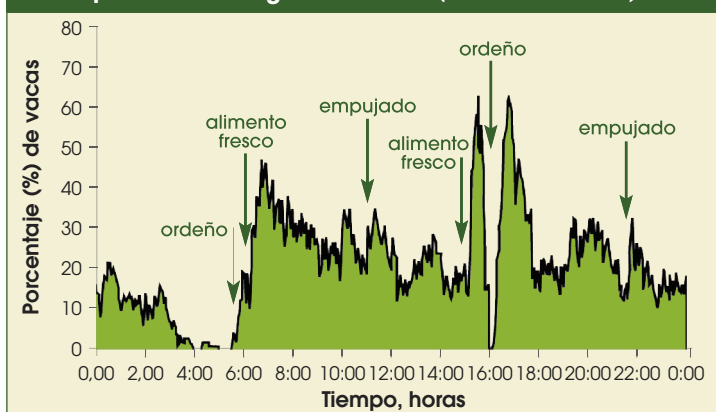
Varios estudios experimentales mostraron que al aumentar la frecuencia de distribución de la ración unifeed la ingesta de materia seca se aumentaba (Shabi *et al.*, 1999; Kudrna *et al.*, 2001), se disminuía (Mäntysaari *et al.*, 2006) o no se veía afectada (DeVries *et al.*, 2005). Estos resultados ambiguos pueden deberse al reducido número de animales usados en estos experimentos o a las diferencias entre estudios tales como el clima, la composición de la ración y/o el grado de alteración de las actividades diarias de las vacas. En general debemos aumentar la frecuencia de distribución de la ración (más de una vez por día) durante la estación cálida. Esto es especialmente importante cuando se incluyen alimentos fermentados que se calientan y se estropean en el pesebre. Ganaderías grandes pueden distribuir la ración unifeed fresca múltiples veces a lo largo del día para disminuir o eliminar que la vaca escoja. Además, si se hubiese cometido un error en la preparación de uno de los carros unifeed diluiríamos sus efectos negativos al repartirlo entre varios lotes. Sin embargo, puede que alimentar demasiado frecuentemente altere las actividades diarias de la vaca e interfiera con el tiempo de descanso.

Esto puede ser especialmente importante cuando las vacas tienen una agenda ajustada bien porque pasan demasiado tiempo en la sala de or-

Figura 6. Cambios de pH ruminal en un novillo apartado de comida durante 12 h. (Prentice *et al.*, 2000)



Figura 7. Porcentaje de vacas (n=24) que se acercan al pesebre a lo largo de 24 horas (DeVries *et al.* 2003)



deño, caminando hacia los pastos, etc.

La mayoría de los productores en California alimentan la ración unifeed dos veces al día (64,0%; n = 111). Sin embargo, el rango varía desde una vez al día (28,8%) a seis veces al día (0,9%). El alimento es arrimado entre 1-4 veces al día (47,8%), 5-8 veces al día (42,3 %), 9-12 veces al día (7,2%) y más de 13 veces al día (2,7%).

Sumario

Para conseguir maximizar la producción y minimizar los problemas de salud del rebaño es muy importante implementar un programa de manejo alimentario. Solo conseguiremos alimentar una ración balanceada cuando:

- Conozcamos la composición de los ingredientes, especialmente la materia seca.
- Nos aseguremos de que las pesadas de los alimentos en el carro mezclador son lo más exactas posibles.
- Sigamos las pautas adecuadas para que el carro mezclador efectúe su función adecuadamente.
- Observemos que las vacas tienen siempre comida fresca disponible en el pesebre y que no escogen.

En este artículo se describen herramientas que pueden ser fácilmente incorporadas en el programa de manejo alimentario de su ganadería (el Koster tester, el microondas, la caja separadora de partícula de Pensilvania, marcadores comestibles para evaluar la mezcla unifeed, evaluación de las células de pesada del carro, etc). También es importante que periódicamente analicemos la composición química de la ración unifeed para identificar posibles errores en la preparación de la ración que pudieran pasar desapercibidos. Además los nutrólogos pueden usar estos resultados para definir la variación admisible entre la ración formulada y la analizada basándose en el 25% de los productores con menos variación.

Referencias

- Armentano L., and C. Leonardi. 2003. Effect of different particle size, quality and quantity of alfalfa hay on selective consumption of dairy cattle. *J. Dairy Sci* 86: 557-564.
- Behnke K. C. 2005. Mixing and uniformity issues in ruminant diets. *Penn State Dairy Cattle Workshop* pg 39-45. <http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/pdf/behnke-mix-uniformity-diets-2005.pdf>
- Buckmaster D. 2009. Optimizing Performance of TMR Mixers. In *Proceedings, Tri-State Nutrition Conference, Ft. Wayne, IN*. <http://tristatedairy.osu.edu/Proceedings%202009/Buckmaster%20paper.pdf>
- Dado R.G., M. L. Abner, and R. D. Arthur. 1998. Effects of excess feeding on intake and production by dairy cows offered mixed diets. *The Professional Animal Scientist* 14:152-158. <http://pas.fass.org/content/14/3/152.abstract>
- DeVries T. J., M. A. G. von Keyserlingk, and K. A. Beauchemin. 2003. Diurnal feeding pattern of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:4079-4082.
- DeVries T. J., M. A. G. von Keyserlingk, and K. A. Beauchemin. 2005. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88:3553-3562.
- Heguy J. M. 2010. Overview of silage management in California. In *Proceedings, 2010 California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Mini-Symposium, Visalia, CA, 1-2 December 2010*.

- http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2010/files/talks/CAS09_HeguySilageManagement.pdf
- James R. E. and B. Cox. 2008. Feeding Management to Reduce the Environmental Impact of Dairy Farms. In *Proceedings 45th Florida Dairy Production Conference, Gainesville, April 29, 2008*. <http://dairy.ifas.ufl.edu/dpc/2008/James.pdf>
- Kudrna, V., P. Lang, and P. Mlázovska. 2001. Frequency of feeding with TMR in dairy cows in summer season. *Czech. J. Anim. Sci.* 46: 313-319.
- Mantysaari P., H. Khalili, and J. Sariola. 2006. Effect of Feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. *J. Dairy Sci* 89: 4312-4320.
- Mertens D. and P. Berzaghi. 2009. Adjusting for forage variability via on-farm analysis. In *Proceedings, Getting more from forages, July 29 -30*. <http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=18232>
- Prentice D. L., D. M. Schaefer, and G. R. Oetzel. 2000. Effects of lasalocid on the forage to concentrate ratio fed to steers maintained a pre-determined daily average ruminal pH. *J Dairy Sci (Suppl 1)* 83:246-247.
- Robinson P. H. 1989. Dynamic aspects of feeding management for dairy cows. *J Dairy Sci.* 72:1197-1209.
- Rossow H.A., R.J. van Hoeij and G. Acetoze. 2011. Differences in nutrients formulated and nutrients supplied on three California dairies. *J Dairy Sci (Suppl 1)* 94:131. <http://jtrmtg.org/2011/abstracts/0116.PDF>
- Shabi, Z., I. Bruckental, S. Zamwell, H. Tagari, and A. Arieli. 1999. Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1252-1260.
- Silva-del Río N., J. M. Heguy, A. Lago. 2010. Feed management practices on California dairies. *J. Dairy Sci.* Vol. 93, E-Suppl. 1 p 773 <http://cetulare.ucdavis.edu/files/74080.pdf>
- St-Pierre N., and W. P. Weiss. 2007. Understanding feed analysis variation and minimizing its impact on ration formulation. *Proc. Cornell Nutr. Conf. Syracuse, NY*.
- Tully J., P. H. Robinson, and E. DePeters. 2011. EBS: Empty Bunk Syndrome. In *Western Dairy Business* Sep - pg 16. <http://dairybusiness.com/archive/?p=7677>

