

## SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN PARA OPTIMIZAR LA RENTABILIDAD DE REBAÑOS LECHEROS DE ALTA PRODUCCIÓN EN EEUU

Lynn D. Davis, Ph.D.

Nutrition Professionals, Inc.  
Neenah, Wisconsin USA 54956

### 1.- INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 25 años, he trabajado como consultor sobre temas de nutrición y manejo con rebaños lecheros de elevada productividad. Los clientes incluyen del orden de 40 granjas con un total de 50.000 vacas de leche y novillas de recría. La producción media es de 12.000 kg de leche por vaca y año. Además, soy socio de 'Lake Breeze Dairy', una granja de 3.000 vacas próxima a Fond du Lac, Wisconsin y de 'The Heifer Authority', una explotación de recría de 4.500 novillas cercana a Carr, Colorado. Todo ello me ha dado una perspectiva única sobre lo que resulta necesario para tener éxito en el negocio de la producción de leche en EEUU.

Los propietarios y gerentes de lecherías esperan y demandan programas de alimentación que permitan obtener elevadas producciones de leche manteniendo bajo control el coste por unidad de leche producida. Como consecuencia del incremento de la demanda mundial de concentrados de almidón y semillas oleaginosas, la habilidad para satisfacer las altas necesidades de vacas de elevada capacidad genética supone un reto para los nutricionistas. La importancia de utilizar altos niveles de inclusión de forrajes de elevada calidad debe ser enfatizada. Los forrajes de alta ingestibilidad y digestibilidad son claves para el diseño de raciones que permitan sostener una elevada producción de leche.

La alimentación de las vacas empieza por la microflora del rumen. Alimentar estos microorganismos de forma correcta y eficiente es más simple cuando se dispone de forraje de buena calidad. A mayor calidad del forraje, mayor puede ser la relación

forraje/concentrado, lo que permite controlar los costes alimenticios. En la actualidad, el coste de producción en base a materia seca de la alfalfa y el silo de maíz de elevada calidad en EEUU es del orden de un 50-75% del coste de los concentrados. La mayoría de las granjas lecheras en EEUU produce parcial o totalmente el forraje que necesitan y compran la mayor parte o la totalidad de los concentrados. En este contexto, este trabajo se ha enfocado hacia las tres áreas que considero prioritarias para cumplir estos objetivos.

## 2.- LA RACIÓN

A continuación se relacionan los nutrientes de la ración que yo uso para la formulación de raciones por orden de importancia. Estos nutrientes pueden ser determinados en el laboratorio (ver cuadro 1).

**Cuadro 1.- Niveles objetivo de formulación de los nutrientes más limitantes para la producción de leche en vacas Holstein.**

Prioridad	Grupos	Nutriente	Unid.	Alta producción
1	Carbohidratos fibrosos	FND	% MS	30-32
		FNDe <sup>1</sup>	% MS	21-22
		FNDe <sup>1</sup>	% FND	70
		Lignina	% MS	3-4
2	Carbohidratos no fibrosos	CNF <sup>2</sup>	% MS	36-40
		Almidón	% MS	24-26
		Azúcares	% MS	4-6
		FND Soluble	% MS	8-12
3	Proteína	PDR <sup>3</sup>	% MS	60-65
		PINDR <sup>4</sup>	% MS	35-40
4	Grasa	Grasa total	% MS	4-5
5	Minerales	Cenizas	% MS	7-8

<sup>1</sup> FNDe = FND efectiva

<sup>2</sup> CNF (NFC)= 100 - (FND + PB + Cenizas + Grasa)

<sup>3</sup> PDR (RDP)= Proteína degradable en el rumen

<sup>4</sup> PINDR (RUP) = Proteína indegradable en el rumen.

## 2.1.- Carbohidratos fibrosos

El principal nutriente de las fórmulas para la alimentación de vacas de leche es la fibra. La fibra digestible procedente de forrajes de buena calidad permite altos niveles de inclusión de forrajes en la ración, favorece la salud del rumen y del animal y promueve elevados niveles de síntesis de proteína microbiana. Mi objetivo es 30-32% de fibra neutro detergente (NDF) y 19-20% de fibra ácido detergente (ADF). Adicionalmente, establezco que un 70% de la NDF proceda de fibra efectiva de forrajes.

## 2.2.- Carbohidratos no fibrosos

En el Medio-Oeste de EEUU hay una amplia disponibilidad de subproductos de bajo contenido en almidón, tales como DDGS, cebadilla y gluten feed de maíz. Estos alimentos tienen generalmente un coste relativamente bajo por ser subproductos de la obtención de etanol, cerveza y edulcorantes de maíz. Se han hecho estudios sobre la inclusión de estos ingredientes para controlar los costes sin perder de vista la necesidad de proporcionar también en la ración fuentes de carbohidratos rápidamente fermentables (almidón y azúcares). Este equilibrio es imprescindible si se pretende optimizar la fermentación ruminal, la síntesis de proteína microbiana y eventualmente la producción de leche (Hoover y Stokes, 1991; Broderick y Radoff, 2004). Los objetivos son alcanzar un 36-40% de carbohidratos no fibrosos (NFC), un 24-26% de almidón y un 4-5% de azúcares.

## 2.3.- Proteína

La industria lechera en EEUU ha pasado de equilibrar las raciones en proteína bruta (PB) a utilizar proteína metabolizable (MP) y aminoácidos metabolizables (MAA).

La proteína metabolizable es la proteína verdadera absorbida en el intestino delgado de la vaca. Las dos principales fuentes de PM son la proteína indegradable de la ración (RUP), que es la fracción de proteína alimenticia que escapa de la digestión ruminal, y la proteína contenida en los microorganismos que crecen en el rumen y pasan al intestino (MCP).

La edición del 2001 del National Research Council sobre 'Nutrient Requirements of Dairy Cattle' y el modelo de Cornell- Pennsylvania (CPM) Dairy Ration Analyzer, así como otros programas de software para raciones de vacas de leche, utilizan ecuaciones y sistemas que permiten la formulación de la dieta en MP y MAA. En general, esto resulta en raciones con menor contenido en proteína bruta que generan una menor excreción de nitrógeno que las dietas clásicas de vacuno lechero. Además, permiten equilibrar las

raciones por sus aportes en lisina y metionina, que son los primeros aminoácidos limitantes para la producción de leche.

## **2.4.- Grasa**

Mientras los científicos continúan definiendo el papel de la grasa en raciones de vacas de leche, se ha producido un rápido cambio hacia una reducción en el nivel de inclusión de grasa en la dieta (hasta 4-5% de la materia seca ingerida) y el reconocimiento de la importancia de su perfil de ácidos grasos. Históricamente, los nutricionistas han incluido en la ración distintas fuentes de grasa de origen vegetal y animal para incrementar su densidad energética. Esto a menudo resulta en una vuelta más rápida a un balance positivo de energía después del parto y en una mejora de la tasa reproductiva. Sin embargo se ha hecho poco énfasis en el perfil de ácidos grasos de la grasa añadida y, frecuentemente, se incluía una cantidad excesiva de grasa en la ración. Como consecuencia se producía una disminución en el consumo de materia seca, de la producción de leche y de proteína láctea. Mattos et al. (2000) revisaron los efectos del perfil de ácidos grasos de la grasa sobre la reproducción en rumiantes. Además de confirmar los efectos positivos de la suplementación sobre el balance energético y la reproducción, concluyeron que los ácidos grasos de la familia omega-3 reducían la producción de prostaglandinas en el ovario y el endometrio, lo que puede contribuir a reducir la mortalidad embrionaria. Estudios posteriores han apoyado esta hipótesis y en la actualidad existen disponibles sales cálcicas de ácidos grasos omega-3 inertes en el rumen.

## **2.5.- Cenizas**

Las necesidades que se recomiendan en el libro '*Nutrient Requirements of Dairy Cattle*' (National Research Council, 2001) para macro- y micro-minerales se cubren principalmente con fuentes inorgánicas de minerales, a menos que sean identificados minerales antagonistas que justifiquen el uso de fuentes queladas de elementos traza. Es también de gran importancia limitar el contenido total de cenizas de la ración a un máximo de un 7-8%, para dejar más espacio para las fuentes de fibra digestible y carbohidratos fermentables, mejorando de esta forma el estatus proteico y energético del animal.

# **3.- SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA RACIÓN**

## **3.1- Análisis de alimentos**

Resulta necesario realizar un análisis adecuado de los forrajes y de los alimentos concentrados para que la ración suministrada se corresponda con los aportes calculados por el nutricionista. El uso de valores medios de tablas puede resultar en errores significativos

en el output de la ración. Los errores pueden proceder de un muestreo poco representativo de los alimentos, de una baja frecuencia de los controles analíticos o de una determinación incorrecta en el laboratorio. Debe tenerse en cuenta que existe variabilidad entre capas en la masa de forraje ensilado. Las muestras obtenidas de la parte frontal del silo pueden diferir también de la media del forraje ensilado. Cambios entre bolsas de silos antes de su control y de la reformulación pueden conducir a grandes errores en los aportes de nutrientes. Para evitar estas variaciones se requiere diseñar protocolos para el control rutinario del contenido en nutrientes de los forrajes. Yo propongo en particular entrenar al personal en moler adecuadamente una muestra representativa de silo, colocarla en una mezcladora vacía, mezclar y obtener una muestra para el laboratorio a intervalos de dos semanas. Aconsejo que al final de la semana apliquen el mismo procedimiento para realizar un test de materia seca en la propia granja para hacer los ajustes oportunos.

Además de controlar la composición química de los forrajes, es importante caracterizar correctamente los concentrados utilizados. En líneas generales, la composición de granos no procesados, como el maíz, la semilla de algodón, la de soja, etc., es bastante consistente. En cambio, los subproductos del procesado del maíz pueden variar ampliamente en su composición, dependiendo de su origen. Dentro de un mismo origen, la variación es mucho menor. Yo trato de identificar el origen de cada partida de DGS, gluten feed, hominy feed, etc., y mantengo un valor analítico para cada proveedor. Cada vez que se producen cambios en el procesado de un subproducto, se comprueban las posibles modificaciones en su composición. El control regular de cada partida de subproductos en grandes granjas lecheras no resulta práctico. Yo encuentro más efectivo el control de cada proveedor.

### **3.2.- Niveles de inclusión de los ingredientes**

Pueden producirse errores en el aporte efectivo de nutrientes como consecuencia de una incorrecta adición de los ingredientes en el carro mezclador (TMR). Esto puede deberse a un error de comunicación entre el nutricionista, el gerente y el operario, sin que resulte claro finalmente donde se ha producido ese error. Actualmente se dispone de programas de software, tales como '*Feed Watch*', '*Easy Feed*' y '*TMR Tracker*' que transmiten directamente la fórmula al TMR, y registran la cantidad de cada ingrediente efectivamente añadida, así como la cantidad de mezcla distribuida en cada comedero. Estos programas reducen drásticamente el error de la mezcla y la distribución y permiten también monitorizar el consumo de materia seca por lote y realizar el inventario de todos los alimentos de la explotación.

### 3.3.- Mezcla y distribución

Una mezcla incorrecta o inconsistente en el TMR puede tener lugar como consecuencia de un manejo inadecuado del proceso de mezcla. El error de mezcla puede ocurrir por las siguientes razones:

- Tamaño de la mezcla excesivamente pequeño (suele ocurrir con raciones de transición).
- Tamaño de la mezcla excesivo para la capacidad de la mezcladora.
- Exceso de heno seco en la mezcla.
- Secuencia inadecuada de adición de ingredientes.
- Submezcla (tiempo insuficiente de mezcla).
- Sobremezcla (tiempo excesivo y reducción excesiva del tamaño de partícula).

Finalmente, el suministro correcto de la ración (una vez mezclada correctamente) debe evitar los siguientes errores:

- Distribución de la ración en una anchura de comedero insuficiente.
- Prácticas de manejo que limiten el tiempo de acceso al comedero.
- Suministro de cantidades insuficientes de ración ( se recomienda distribuir una cantidad 3-5% en exceso).
- Suministro impuntual de alimentos.
- Competición por el comedero.

Las prácticas de manejo del comedero que causan que las vacas coman menos frecuentemente cantidades más grandes de alimento más rápidamente están asociadas a una mayor frecuencia de acidosis ruminal y laminitis (Allen, 1997). Cambios en el pH del contenido ruminal y de la producción de ácidos grasos volátiles pueden alterar la microflora ruminal y reducir la eficacia de digestión y absorción. Una excesiva densidad de animales en un lote (< 0,45 m longitud de comedero por vaca) o un tiempo limitado de acceso al comedero (< 18 h/d) altera los ritmos de consumo. Las vacas que vuelven al alojamiento después del ordeño están sedientas y hambrientas. La recogida del alimento rehusado, y la mezcla y distribución del alimento se realizan mejor cuando las vacas se están ordeñando, de forma que los animales encuentren a la vuelta alimento fresco recién distribuido. Esta coordinación de los distintos equipos de operarios es un aspecto importante para conseguir una niveles óptimos de ingestión, digestibilidad de la ración y, eventualmente, de salud y productividad.

#### 4.- MONITORIZACIÓN DE LAS VACAS

La vaca es eventualmente la mejor herramienta analítica de que disponemos para testar nuestros programas de alimentación y manejo. Aunque ellas no pueden hablarnos, disponemos de algunas determinaciones que pueden arrojar luz sobre la efectividad de estos programas. El cuadro 2 ilustra algunos problemas, así como las herramientas asociadas para resolverlos.

**Cuadro 2.- Herramientas disponibles para resolver problemas de bajos rendimientos en vacas de leche.**

<b>Problema</b>	<b>Determinación</b>	<b>Acción</b>
Baja producción de leche	kg/vaca	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Bajo contenido en grasa, %	% grasa en la leche comercializada a la industria	1,4,6,7,8
Bajo contenido en proteína, %	% proteína en la leche comercializada a la industria	1,7
Baja eficacia reproductiva	Tasa de gestación, de preñez, intervalo entre partos	1,2,3,4,5,9,
Problemas en transición después del parto	Incidencia de cetosis y de desplazamiento de abomaso	1,3,4,7,10,11,12
Laminitis	Tasa de laminitis	1,3,4,6,7,8
Alta tasa de reposición	Tasa de renuevo y de mortalidad	2,3,9,10

Actuaciones a realizar:

- 1: Testar la composición de los ingredientes, reformular la ración.
- 2: Examinar los registros-días en producción de leche, nivel de manejo lechero, componentes de la leche, primer ME 305, SCC, datos históricos.
- 3: Examinar las condiciones de ambiente – estrés térmico, densidad de animales, manejo del suministro de alimento.

- 4: Determinación del consumo de material seca y del peso de alimento rehusado.
- 5: Comprobar el nivel de nitrógeno de urea en leche (MUN).
- 6: Comprobar la acidez del contenido ruminal.
- 7: Testar el TMR – análisis químico completo por vía húmeda y estimación de la digestibilidad de la FND.
- 8: Comprobar la uniformidad de la composición de la mezcla. Realizar el test de separación de partículas de la Universidad de Penn State en varios puntos de la descarga del TMR hacia el comedero.
- 9: Comprobar presencia de micotoxinas en los alimentos.
- 10: Controlar mensualmente la incidencia de problemas metabólicos.
- 11: Determinar la concentración de ácidos grasos no-esterificados (NEFA) en suero en el periodo entre 7 y 21 días perparto.
- 12: Determinar la concentración de ácido beta-hidroxi butírico (BHBA) a los 3-14 días después del parto.

La queja que más frecuentemente se escucha en las explotaciones es la baja producción de leche. Un buen granjero o un buen gerente nunca están satisfechos si los animales no se encuentran cerca o por encima de su record histórico de producción de leche. Este objetivo, aunque elogiabile, es poco realista. La distribución de los partos y los efectos ambientales pueden afectar de forma significativa a la producción diaria de leche por vaca. Sin un registro apropiado (con datos de producción y manejo del rebaño) la identificación de los problemas puede resultar muy difícil. La implementación de sistemas de monitorización que controlen los datos del rebaño a lo largo del tiempo permite el establecimiento de puntos de partida y de objetivos. Valores aberrantes de estos parámetros pueden enfocarse para ser corregidos a partir de actuaciones por parte de los granjeros y los nutricionistas.

Las soluciones más simples para un descenso de la producción de leche son los cambios en la ración. Sin embargo, muy a menudo la ración no es el problema. Tal como se ilustra en el cuadro 2, hay nueve apartados que deben comprobarse cuando disminuye la producción de leche, y probablemente podría haber más. La ración sólo es uno de los nueve. Añadir o sustraer unos pocos gramos de proteína o realizar un ligero ajuste calórico puede apaciguar al granjero durante unos días. Sin embargo, la efectividad a largo plazo del programa de alimentación y manejo reside en la habilidad para identificar los cuellos de botella y convencer al propietario de la necesidad de corregirlos.

## 5.- CONCLUSIONES

Continúan produciéndose avances para la formulación de raciones para vacas de leche. Estos avances han hecho que las raciones sean cada vez más sofisticadas para maximizar el aporte de nutrientes. Adicionalmente, hemos creado ambientes confortables para los animales a partir de un mejor conocimiento de las prácticas de manejo. Mientras tanto, las granjas han pasado de ser una actividad familiar a empresas con numerosos empleados y departamentos. Como nutricionistas, nos debemos preocupar de los gramos de nutrientes que aportan nuestras raciones, pero también de que los comederos reciban toneladas de ingredientes alimenticios desde gigantescas mezcladoras. Sin perder de vista la composición de la ración, el mayor impacto que podemos ejercer sobre la productividad y la rentabilidad de nuestras granjas es el establecimiento de protocolos y un manejo adecuado del rebaño, la distribución y la mezcla de los alimentos.

## 6.- REFERENCIAS

- ALLEN, M.S. 1997. *J. Dairy Sci.* 80: 1447-1462.
- BRODERICK, G.A. y RADLOFF, W.J. 2004. *J. Dairy Sci.* 87: 2997-3008.
- HOOVER, W.H. y STOKES, S.R. 1991. *J. Dairy Sci.* 74: 871-884.
- MATTOS, R., STAPLES, C.R. y THATCHER, W.W. 2000. *Reproduction.* 5: 38-45.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle* 7<sup>th</sup> Revised Ed. Washington, D.C. National Academy Press.

FEDNA