

Fig. 1.

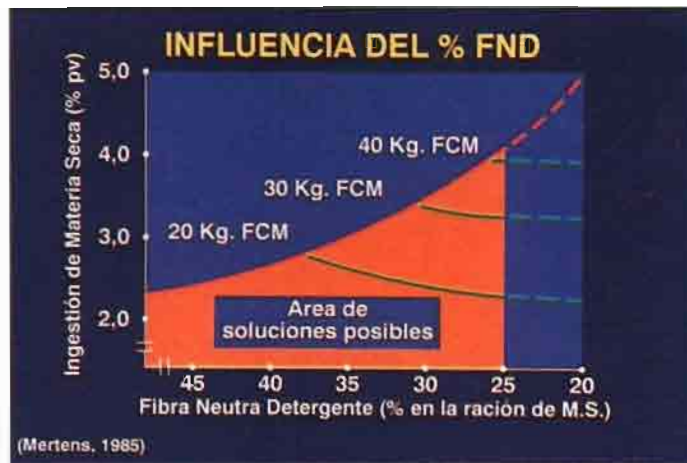


Fig. 2.

Ingesta y equilibrio energético en la alimentación del vacuno de leche

Pere Costa Batllori. Catedrático de Zootecnia. Escuela Superior de Agricultura. UPC Barcelona*
 Isabel Marzo Lázaro. Ingeniero Técnico Agrícola. Barcelona

La valoración de la ingesta y el equilibrio energético en la alimentación del vacuno lechero son temas que a pesar de haber sido extensamente tratados, no pierden actualidad. Por el contrario, aumenta su interés, pues los avances tecnológicos de todo tipo que tienen como consecuencia mayores producciones exigen un esmerado y adecuado equilibrio en la dieta con un objetivo claro: cubrir todos los requerimientos nutricionales del animal de la mejor manera posible (equilibrada) y dentro del margen de actuación que proporciona la capacidad de ingesta.

Al referirse a los avances tecnológicos que han hecho posibles importantes incrementos en la producción de leche, deben citarse entre otros, el manejo, la alimentación, la vigilancia sanitaria, la mejora genética y la biotecnología, con especial mención a la Somatotropina Bovina (BST) como estimulante de la producción láctea. La posible aprobación de la BST (aunque parece que no será aún a corto plazo) situaría el potencial de producción a

un nivel todavía más alto, con producciones que podrían llegar a los 65 o incluso sobrepasar los 70 kg de leche/día.

Pero la evolución fisiológica dirigida a una mayor producción no ha sido totalmente paralela a una evolución fisiológica para lograr una digestión capaz de obtener la energía necesaria para las altas producciones que se están consiguiendo.

Desde el punto de vista de la alimentación, los animales de elevado potencial productivo representan un

serio problema a la hora de establecer una dieta capaz de cubrir sus requerimientos nutricionales en general y muy especialmente sus necesidades energéticas dentro del margen que proporciona la ingesta máxima, pues éste es uno de los principales factores limitantes (sino el mayor de ellos) al elaborar una ración alimenticia.

Es interesante resumir, a modo de recuerdo, cuáles son los principales factores que afectan al consumo de sustancia seca.

FACTORES RELACIONADOS CON EL ANIMAL

1. Peso.
2. Producción.
3. Curva de lactación o momento productivo.
4. Condición corporal.
5. Individualidad.

FACTORES ALIMENTICIOS

Relacionados propiamente con el alimento que se suministra y con independencia de las características del animal.



* Resumen de la conferencia pronunciada en el marco de Expoaviga, Barcelona, el 14 de noviembre de 1991.



Los animales de elevado potencial productivo representan un serio problema a la hora de establecer una dieta capaz de cubrir sus requerimientos nutricionales.

1. Relación Forraje/Concentrado (F/C)

Cuando el forraje constituye la totalidad de la ración, la replección del rumen actúa como factor limitante del consumo de materia seca. Si la proporción de forraje en la ración total es muy elevada (alrededor del 90%) el concentrado actúa como estimulante del consumo de forraje. El suministro de concentrado hace disminuir progresivamente la ingestión de forraje, pero el consumo total se incrementa hasta llegar a un máximo que para una vaca de 600 kg y 25 kg de producción estaría, según Pacios (1981), en una relación F/C de 55/45 (fig.1).

A partir de un 60% de concentrado empiezan a aparecer problemas a nivel de fisiología digestiva y se considera que con niveles del 70% de concentrado, el consumo de forraje es insuficiente para mantener una fermentación normal en el rumen.

2. Digestibilidad

Existe una relación entre la digestibilidad de la materia seca y consumo. Dentro de unos márgenes, a mayor digestibilidad, mayor es la ingesta. En este sentido los trabajos de Conrad (1966) constataron la influencia de la indigestibilidad de la materia seca (MS):

	Consumo en kg MS
52% digestibilidad	2,52% P.V.
75% digestibilidad	4,32% P.V.

Al mismo tiempo se relacionaba con la producción de leche. A medida que se aumenta la producción, el máximo de ingesta estará en un porcentaje mayor de digestibilidad. No obstante, no debe sobrepasarse nunca el 75% de digestibilidad (en este caso para una producción de 40 kg de leche).

3. Contenido en FND

Martens (1985) desarrolló una serie de ecuaciones relacionando la FND con la ingesta. Se observa en la fig. 2 el desarrollo de dichas ecuaciones aplicadas a una vaca de 600 kg PV con diversas producciones de leche corregida al 4%.

La FND está también relacionada con los factores físicos que limitan la ingestión: volumen y densidad del alimento, tiempo de rumia, tiempo de masticación y reducción del tamaño de partículas del rumen.

La digestibilidad está inversamente correlacionada con el contenido en fibra, por lo tanto cuanto mayor sea la proporción de FND, menor será la ingestión de materia seca, si bien debe recordarse siempre que existe un mínimo de fibra necesario que además es importante para incrementar el contenido graso de la leche.

El mayor contenido de FND en las gramíneas frente a las leguminosas

puede constituir la explicación a las observaciones de algunos investigadores (Dulphy y Demarquilly, 1983), que constataron que vacas ingiriendo únicamente forraje consumían:

- 2,2-2,5% respecto del PV de ensilado de maíz.
- 3% respecto del PV de heno de alfalfa.

En general, la ingesta a igualdad de condiciones es mayor para las leguminosas que para las gramíneas.

4. Contenido proteico

El contenido proteico puede tener una influencia como depresor de la ingestión, únicamente en el caso en que se suministren raciones muy bajas de proteína, inferiores al 12-12,5%.

Se considera que a partir de este porcentaje y utilizando fuentes de nitrógeno fácilmente hidrolizable, no se produce efecto estimulante del consumo.

5. Palatabilidad

Es ese un concepto difícil de cuantificar pero que sin duda tiene su influencia sobre el consumo de materia seca.

FACTORES DE MANEJO

1. Tiempo de acceso

Cuando la ración está formada únicamente por forrajes, la influencia de las características físicas es mayor y por lo tanto afectará poco el tiempo de acceso. Por el contrario, si la ración contiene una cantidad suficiente de concentrado, el tiempo de acceso, si éste es limitado, puede constituir el limitante determinante de la ingesta.

2. Frecuencia de las comidas

Este concepto va ligado al tiempo de acceso. Si se reparten las comidas a lo largo del día, y especialmente al suministrar raciones de alto contenido en concentrado, se aumenta la ingesta total y al mismo tiempo se mantiene una pauta de fermentación en el rumen más uniforme que además beneficiará la producción de leche.

CALCULO DE LA INGESTA VOLUNTARIA

Se ha constatado que numerosos factores intervienen en la determinación de la ingesta de lo que se deduce la dificultad en el terreno práctico para calcularla.

Se citan en la fig. 3 algunas de las ecuaciones propuestas por diferentes autores, utilizadas para la predicción del consumo de materia seca. Todas ellas hacen referencia al peso vivo del animal y también a la FCM, es decir, a la producción de leche corregida al 4% de grasa.

A efectos de comparación se ha realizado el cálculo de ingestión de SS para una vaca de 600 kg PV y una producción de 30 kg de leche. Según la ecuación aplicada la ingestión estimada varía y se obtienen valores que oscilan entre 18 y 20, 25 kg de MS. Esto confirma que es muy difícil concretar estrictamente la ingesta, pero sin embargo sí se consigue, a través de estos cálculos, un margen orientativo a la hora de establecer una ración.

El National Research Council (NRC) en su edición revisada de 1989 establece la ingesta para vacas de 400 a 800 kg p.v. y producción entre 10 y 60 kg de leche con diferentes porcentajes de grasa. El sistema se basa en ecuaciones de predicción que relacionan la ingesta con la concentración energética adecuada (ENL/kg MS) según las características productivas.

Como normas prácticas el NRC recomienda:

- Reducción del 18% de la ingesta durante las 3 semanas postparto.
- Reducción de 200 g MS en la ingesta por cada 100 kg PV y por cada 1% de humedad que sobrepasase el 50% en la ración total. Esta es una situación frecuente si se suministran forrajes frescos y ensilados.

El sistema desarrollado por el Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) se basa en la predicción del consumo a través de las Unidades Lastre, determinadas experimentalmente y recogidas en tablas para cada alimento. A mayor valor Lastre, peor será la ingestión por parte del animal,

ECUACIONES DE PREDICION DE LA INGESTION DE MATERIA SECA (I.M.S. Kg/día)		
Referencia	Ecuación	Ingestión estimada Kg/día *
Halbert	$I.M.S. = 1,077 (-2,74 + (0,292 \times FCM) + (1,88\% PV)$	18,63
Cornell	$I.M.S. = 1,85\% PV + (0,305 \times FCM)$	20,25
Michigan	$I.M.S. = 2\% PV + (0,23 \times FCM)$	18,90
MAFF	$I.M.S. = 2,5\% PV + (0,1 \times FCM)$	18,00
Greenhalgh	$I.M.S. = 2,2\% PV + (0,2 \times FCM)$	19,20
Journet	$I.M.S. = 6,43 + (0,00789 \times PV) + (0,28 \times FCM)$	19,56

FCM = leche corregida al 4% grasa
 PV = Peso vivo
 * Ingestión estimada para una vaca de 600 Kg PV, y una producción de 30 Kg leche con un 4% grasa

Fig. 3.

es decir, su consumo voluntario en igualdad de condiciones será menor que el de un forraje con valor UL más bajo.

Cuando en la ración interviene un concentrado, la cantidad ingerida estará en función de:

- Valor energético y valor lastre del forraje.
- Valor energético del concentrado.
- Producción de leche (kg/día).

Nos hemos referido a la limitación de la ingesta, tanto en cuanto a su correcta cuantificación como a sus variaciones a lo largo del ciclo de producción y a su repercusión práctica en la relación forraje : concentrado.

La conclusión final es:

- El forraje es indispensable básicamente por su aporte de fibra y no puede concentrarse.
- La ingesta de la vaca es limitada, debemos pues aumentar al máximo la densidad del concentrado para introducir, en los pocos kilos que del mismo pueden figurar en la dieta total, la real diferencia entre las necesidades nutritivas del animal para su máxima producción y el aporte del forraje.
- El exceso de concentrado es una no infrecuente causa de desplazamientos de cuajar.

El problema, por otra parte, se refiere básicamente al suministro de energía y de una manera secundaria al proteico. La deficiencia energética es grave y frecuente y sus resultados negativos sobradamente conocidos.

La cobertura de las necesidades energéticas de los rumiantes puede corregirse a través del suministro de:

- Aportes energéticos en forma de FND con baja lignina (pulpa remo-

lacha, pulpa cítricos, garrofa, etc.).

- Aporte de almidones.
- Aporte de grasa.

Los aportes energéticos en forma de FND viene limitados por la propia capacidad de ingesta de la vaca.

La problemática que genera el excesivo suministro de almidones en las dietas para vacas lecheras es ya muy conocida. Su consecuencia grave es la producción de un estado de acido-

sis ruminal por excesiva producción de ácido láctico y, en sucinto resumen, alteración del funcionamiento del rumen, con descenso de la ingesta y de la producción láctea.

Por otra parte y al producirse conjuntamente un menor aporte de fibra bruta, la correcta relación entre ácido acético (60%), ácido propiónico (25%) y ácido butírico (15%) se desequilibra dando lugar a menor presencia de ácido acético y mayor proporción de ácido propiónico y ácido butírico.

El resultado, con intensidad variable, es: descenso de la producción de leche, descenso del aporte graso de la leche, diarreas, anorexia, falta de rumia, meteorismo, taquicardia, hemoconcentración, síndrome de intoxicación hepática, alteraciones en la función renal, fenómenos nerviosos, paraplejias, inmunodepresión, infecciones puerperales, mastitis, cojeras, etc. en una sintomatología oscilante desde formas agudas a crónicas y subclínicas.

No es, pues, necesario insistir en la ineludible necesidad de limitar el suministro de almidones (cereales, mandioca) en la dieta de rumiantes.

La solución lógica al problema de la cobertura de las necesidades energéticas es el empleo de grasas, que suministran una energía 2,25 veces superior a la de los almidones.

Las ventajas, aparentes, de las grasas son evidentes:

- Incremento de la densidad energética de las dietas.
- Suministro de ácidos grasos esenciales.
- Soporte de vitaminas liposolubles.
- Posibilidad de modificación de la



Fig. 4.

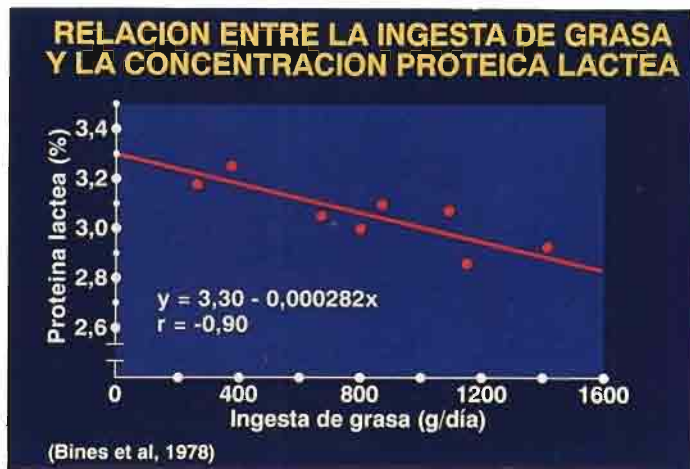


Fig. 5.

composición de la leche en cuanto a su aporte de ácidos grasos.

- Mejora de la apetencia.
- Reducción de la pulverulencia del pienso.
- Acción lubricante en el proceso de granulación.

Así, el NRC recomienda un mínimo de 3% de grasa sobre sustancia seca total para asegurar sus ventajas nutricionales.

No obstante, las necesidades energéticas y por lo tanto de grasa, en una vaca de alta producción, son mucho más elevadas que las cubiertas con un 3% de grasa, siendo preciso recurrir a aportes superiores.

Estos aportes pueden llevarse a cabo con dos tipos de grasas naturales:

- Grasas saturadas (grasas animales).
- Grasas insaturadas (grasas vegetales).

Como indicación previa de tipo general, las primeras que son ricas en ácido palmítico, esteárico y otros de cadena larga, son menos perjudiciales que las insaturadas, ricas en ácido oleico y linoleico (Fig. 4).

En general, la adición de grasa a la ración de vacas lecheras (fig. 5), reduce la producción de leche y su contenido en grasa, incrementando el nivel ruminal de ácido acético, con descenso, además, del nivel total de A.G.V. También reducen el apetito.

Estos efectos negativos se deben a:

- Efectos tóxicos sobre la población microbiana del rumen.
- Reducción de la diges-

tibilidad de la fibra bruta, por adherencia a la misma de los ácidos grasos insaturados con el consiguiente impedimento de su ataque bacteriano.

- Reducción del aprovechamiento del calcio al formar jabones con el mismo.
- Reducción del aprovechamiento de las vitaminas liposolubles.
- Alteración de la permeabilidad de las células bacterianas, con inhibición de los procesos fermentativos del rumen e interferencias en el metabolismo proteico.

Estos efectos negativos son menos acusados en relación a los ácidos grasos saturados. En cuanto a los insaturados pueden, inicialmente, ser hidrogenados por el organismo (ácido esteárico) pero rápidamente se supera la capacidad de hidrogenación de los microorganismos del rumen.

Es evidente la necesidad de introducir grasas en la dieta de rumiantes para que proporcionen la energía necesaria para la máxima producción animal, pero es también evidente que no

deben alterar el normal metabolismo ruminal. Para ello sólo hay la solución de conseguir grasas que pasen a través del rumen sin alterarse (by pass) y proporcionen la energía necesaria, sin problemas metabólicos ruminales, a nivel intestinal.

Dos son las soluciones actuales:

- Grasas by pass naturales.
 - Grasas by pass elaboradas.
- Entre las primeras destacan:
- Semilla entera de algodón.
 - Grasas con alta proporción de ácidos grasos saturados.

La semilla entera de algodón es actualmente muy utilizada con los problemas limitantes siguientes:

- Aporte lipídico limitado (18,5%).
- El carácter by pass no se corresponde al 100% de la grasa.
- No da buenos resultados si se suministran más de 2-2,5 kg de semilla por cabeza y día.
- Posibles efectos secundarios derivados de la toxicidad del gossypol.

Las grasas naturales con alta proporción de ácidos grasos saturados (palmiste) presentan resultados irregulares al no ser by pass el 100% de su aporte y en cantidades elevadas producen, si bien más levemente, los resultados desfavorables de la adición de grasa, ya comentados.

Las grasas by pass elaboradas constituyen la más eficaz grasa para rumiantes, pues traspasan el rumen sin alterarse y se metabolizan perfectamente y sin problemas en el intestino, sin producir ninguna alteración en la flora ruminal ni

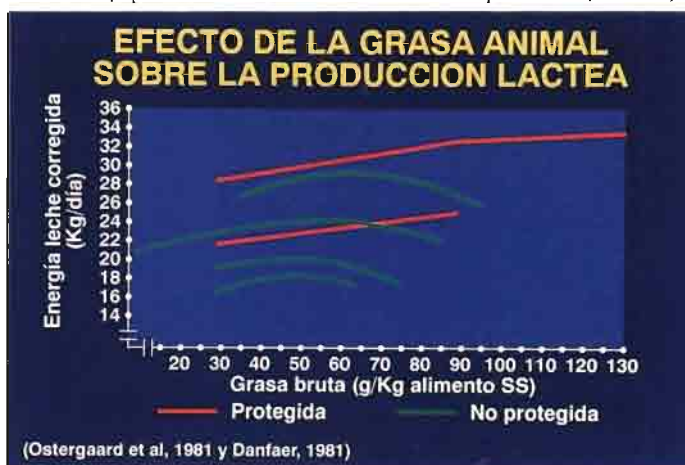


Fig. 6.

LA
SEGURIDAD
DE
UNA
ALIMENTACIÓN
CORRECTA



Serval

IMPORTADOR EXCLUSIVO:

 **CERQUIS** S.A.
LECHES MATERNIZADAS
Y PRODUCTOS LÁCTEOS

C/. FRAGA, 20
TELÉF. 974/24 26 22
FAX 974/24 23 56
22004 HUESCA

LECHES MATERNIZADAS

PARA TERNEROS

- BOUCHERIE.
- ÉLEVAGE TRADICION.
- SEVRAGE.
- NURSERY.

PARA CORDEROS Y CABRITOS

- CAPRAGNO.

PARA LECHONES

- PORCIVAL.

**AMINOACIDOS METABOLIZANTES,
g EN 100 g DE P.B.**

	METIONINA	LISINA	LEUCINA	ISOLEUCINA	TREONINA	VALINA
Proteína bacteriana	1,8	7,1	6,3	4,9	4,4	4,8
Leche	2,7	8,1	9,8	5,4	4,7	6,3
REQUERIMIENTOS:						
Producción, g/Kg leche con 3,5% P.B.	1,35	4,05	4,90	2,70	2,35	3,15
Mantenimiento, g	7	24	24	13	14	15

(W. Heinmbeck, 1991)

Fig. 7.

interferencias con la digestión de la fibra bruta (Fig. 6).

Tres son los procesos industriales utilizados:

- Protección con formaldehído.
- Jabones cálcicos.
- Hidrogenación y cristalización por frío.

La protección por formaldehído es un método obsoleto, caro, que proporciona mal sabor al producto; problemas en relación a las personas que la manipulan y que prácticamente ha desaparecido del mercado.

Los jabones cálcicos proporcionan una grasa by pass eficiente, si bien debe tenerse en cuenta: su sabor desagradable y su menor aporte energético por kg de producto, toda vez que su aporte de grasa real es sólo del 82%.

Las grasas hidrogenadas y cristalizadas por frío, con un alto aporte de ácidos grasos saturados proporcionan un producto sin problemas de aptencia cuyo aporte de grasa by pass es del 98% con lo que suministran el más alto contenido energético por kg.

Como directrices de empleo puede recomendarse el suministro de un 3% de grasa sobre sustancia seca como máximo, aportada por la grasa contenida en las materias primas de la dieta y sebo.

El resto de necesidades deberá cubrirse con grasa by pass (2-7%, según producción).

Para conseguir un óptimo resul-

tado hay que recordar la conveniencia de revisar el aporte de calcio (1% sobre sustancia seca), fósforo, magnesio (0,3% sobre sustancia seca) así como adicionar un buffer para mantener un pH ruminal correcto.

No sería conveniente terminar sin una referencia a la proteína by pass.

La síntesis bacteriana proteica es sumamente eficaz en la naturaleza, pues permite subsistir a los animales en medios nutritivos deficientes, con escasas posibilidades de un suministro proteico suficiente. La síntesis ruminal complementa el escaso aporte natural y permite el desarrollo de los ganados en su medio ambiente.

No obstante, las producciones en este medio natural son reducidas, suficientes exclusivamente para la alimentación del ternero lactante.

Actualmente, con los enormes avances de la genética las producciones son elevadísimas y las necesidades nutricionales que generan superan ampliamente la capacidad de síntesis del rumen. Es decir, la proteína bacteriana, a la que se reduce gran parte de la ingesta proteica natural es pobre, escasa en aminoácidos y claramente insuficiente para la producción zootécnica (Fig. 7).

Si se suministra proteína de alto valor biológico con la dieta, en general una parte importante de la misma queda convertida en proteína bacteriana, de mucho menor valor.

La solución radica, en una situa-

ción similar a la de la grasa, en suministrar una proteína by pass que atraviese el rumen sin ser modificada y a nivel intestinal proporcione al animal la proteína de alto valor biológico que requiere.

Tres son las soluciones actualmente existentes:

- Suministro de proteínas naturales by pass.
- Proteínas tratadas con formaldehído.
- Aminoácidos protegidos o encapsulados.

Las proteínas naturales by pass constituyen una excelente solución. Algunos productos como la alfalfa, harina de sangre, harina de pescado, harina de carne, aportan elevados porcentajes de proteína by pass. Dado que existen investigaciones que determinan el aporte de proteína by pass de cada materia prima utilizada en alimentación de rumiantes, es necesario introducir estos datos en el programa de formulación, seleccionando alimentos con altos valores al respecto. Su aporte en muchos casos no será suficiente pero sí interesante y valioso.

Las proteínas tratadas con formaldehído constituyen una unión estable entre el formol y la proteína. Con su empleo no se reduce la actividad del rumen pues el posible efecto negativo del formol no se desarrolla, no siendo peligrosas para los animales ni para el hombre. Por otra parte permiten proteger al mismo tiempo a la proteína y a la grasa del alimento originario. Otras ventajas son las de no modificar el pH del rumen, la concentración de AGV en el mismo ni alterar la digestión de la fibra bruta.

No obstante, su sabor puede proporcionar problemas, su empleo puede ser molesto para las personas que lo manipulan y su precio suele ser un factor negativo importante.

Los aminoácidos protegidos o encapsulados presentan una eficaz solución al problema que debe basarse en un correcto cálculo de la proteína by pass natural de la dieta y su justa complementación con aquellos aminoácidos deficitarios (metionina y lisina) en forma by pass, no destruida en el rumen.