

# Alimentación de la vaca lechera en lactación

FRANCISCO JAVIER GIRÁLDEZ\*. SECUNDINO LÓPEZ\*\*.

La producción de leche no es constante a lo largo de toda la lactación. Tras el parto la producción de leche aumenta rápidamente hasta alcanzar un máximo (pico de la lactación), que se sitúa entre 5 y 7 semanas después del parto. A partir de ese momento la producción de leche disminuye lentamente a razón de un descenso medio de un 2,5% cada semana (Webster, 1987).

Dos características definen la curva de lactación y determinan la producción total. Una es la producción en el pico de la lactación, que está estrechamente relacionada con la producción total. Así, un aumento de 1 kg de leche al día en el pico de la lactación puede suponer un incremento de hasta 200-220 kg en la producción total de

tras el pico. Cuanto menor sea el ritmo de disminución de la producción de leche se dice que la curva es más sostenida o de mayor persistencia.

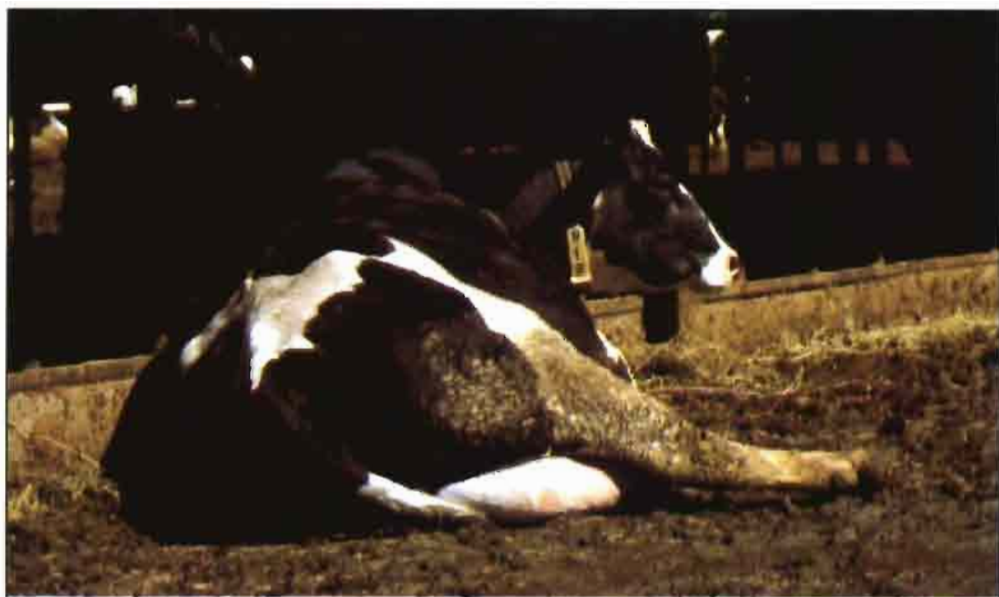
Las necesidades para la producción de leche en cada fase del ciclo productivo deben ser cubiertas en la medida de lo posible a partir de los nutrientes aportados por el alimento. Para que se produjese una sincronización perfecta entre necesidades y aportes, la ingestión debería seguir una curva que fuese superpuesta a la de producción. Sin embargo, tras el parto la ingestión de alimento aumenta a un ritmo bastante más lento que la producción, y la máxima capacidad de ingestión se sitúa una seis semanas más tarde que el pico de la lactación. La cantidad de MS ingerida es mínima tras el parto siendo sólo

medios de 1 kg de MS por mes, hasta situarse nuevamente en el nivel de ingestión correspondiente al inicio de la lactación hacia la 40ª semana tras el parto (Broster et al., 1979; Webster, 1987; INRA, 1988).

Si superponemos las curvas de lactación y de ingestión observaremos cómo se produce un desfase entre el pico de lactación y el pico de ingestión (ver **Figura 1**). Como consecuencia de este desfase, en el ciclo de la lactación se alternan dos periodos en los que el balance nutritivo del animal es muy distinto. Al principio hay un periodo en el que las necesidades para la elevada producción de leche son muy altas y, sin embargo, el aporte de nutrientes con el alimento no es suficiente para cubrir las como consecuencia de la limitación en la capacidad de ingestión (Balance negativo). Pasada esta fase, si el animal consumiese alimentos a voluntad, podría ingerir una cantidad de nutrientes superior a sus necesidades para la producción de leche, que van disminuyendo a medida que avanza la lactación (Balance positivo) (**Figura 1**).

Dicho de otro modo, el ciclo se caracteriza por un periodo de escasez relativa de nutrientes al que sigue otro de abundancia relativa. Para hacer frente a dichas fluctuaciones, la hembra de los mamíferos y, en nuestro caso concreto, la vaca lechera, dispone de un sistema de control hormonal que le permite actuar como regulador o amortiguador de estas fluctuaciones, de forma que su organismo puede ser considerado como una verdadera reserva nutritiva.

Cuando el animal no puede expresar su máxima capacidad de ingestión y las necesidades son mayores que los aportes, la vaca moviliza sus reservas corporales, fundamentalmente de grasa (energía), y así compensa el déficit nutritivo. Posteriormente, cuando la producción de leche y, por tanto, las necesidades comienzan a disminuir y la vaca ha alcanzado su máxima capacidad de ingestión, la vaca puede ingerir alimento para producir leche y, además, para reponer las reservas perdidas. De esta forma la vaca puede



Las raciones para las vacas en lactación deben tener un alto contenido en proteína.

leche, siempre y cuando la alimentación se mantenga a un nivel satisfactorio a lo largo de la lactación.

El otro parámetro es la persistencia que viene definida por el ritmo o intensidad de descenso en la producción de leche

de un 50% de su valor máximo, para pasar al 60-70% de dicho valor al final de la primera semana. Seguidamente la ingestión aumenta de forma rápida hasta alcanzar el nivel de máximo consumo de alimento entre el 3º y el 4º mes de lactación. Tras esta fase de máximo consumo de alimento, la capacidad de ingestión disminuye de forma regular y paralelamente a la producción de leche, con descensos

(\*) Estación Agrícola Experimental (EAE), CSIC, León.  
(\*\*) Departamento de Producción Animal I, Universidad de León.

recuperar las reservas corporales y afrontar con garantías un nuevo ciclo productivo.

Como es lógico, estos cambios en el balance nutritivo se traducen en variaciones de peso y de la condición corporal. Para tener una idea de la magnitud de dicha movilización, podemos establecer que en función del potencial productivo de los animales, se van a movilizar entre 15 y 60 kg de grasa corporal, que aportarían la energía necesaria para la producción de 150 a 600 kg de leche. De la misma forma, pueden movilizarse entre 25 y 50 kg de músculo, que aportaría proteína suficiente para permitir una producción de 100 a 200 kg de leche.

Las reservas son esencialmente energéticas, ya que con la proteína aportada por el músculo sólo puede lograrse un pequeño aumento en la producción de leche, si bien la movilización de esta proteína puede proporcionar aminoácidos esenciales compensando las deficiencias en el aporte de aminoácidos por la ración. Esta circunstancia ya nos permite adelantar que las raciones para las vacas en esta fase del ciclo deben tener un alto contenido de proteína para complementar la energía aportada por las reservas para mantener la producción de leche.

## Problemas relacionados con la alimentación

### No se alcanza el potencial de producción de leche

La producción de leche en el pico de lactación y, por tanto, en toda la lactación depende, en primer lugar, del potencial genético de los animales. Para alcanzar este potencial es necesario que el animal disponga de reservas corporales, ya que la alimentación en la fase inicial de la lactación no será suficiente para cubrir las necesidades de la vaca.

Ahora bien, la capacidad de la vaca para mantenerse en balance energético negativo y paliar dicho déficit nutritivo a expensas de sus reservas corporales es limitada. A medida que el déficit energético es más severo y prolongado se hace mayor el riesgo de disminuir de forma importante la producción de leche, ya que, como claramente ilustra la **figura 2**, el descenso inicial en la producción de leche no podrá ser compensado posteriormente, aunque se alimente correctamente a los

animales (Broster et al., 1969; Webster, 1987) (**Figura 2**).

### La leche no tiene la composición deseada

Un problema muy frecuente al que deben enfrentarse los nutrólogos a la hora de formular las raciones para vacas de leche es conseguir elevadas producciones sin que merme en exceso la calidad de la leche, en especial el contenido de grasa (síndrome del bajo contenido de grasa en la leche).

ácidos grasos de las reservas corporales y, por tanto, reducir la disponibilidad de precursores para la síntesis de la grasa de la leche (Schmidt, 1971). En general, la reducción en el contenido de grasa en la leche está asociado con un incremento en la deposición de grasa corporal (Reynolds et al., 1997).

Es importante subrayar que el efecto depresor provocado por el elevado consumo de concentrados también se ha asociado con su contenido de grasa, ya que se ha observado que la infusión abomasal de trans-isómeros de algunos ácidos insaturados (productos intermedios de la hidrogenación microbiana de ácidos grasos) reduce el contenido de grasa de la leche (Gaynor et al., 1994; Reynolds et al., 1997).

Por tanto, una segunda dificultad a la hora de planificar la alimentación es cómo conseguir una elevada ingestión de energía sin que la producción de ácido propiónico o de productos intermedios de la hidrogenación de ácidos grasos insaturados sea excesiva.

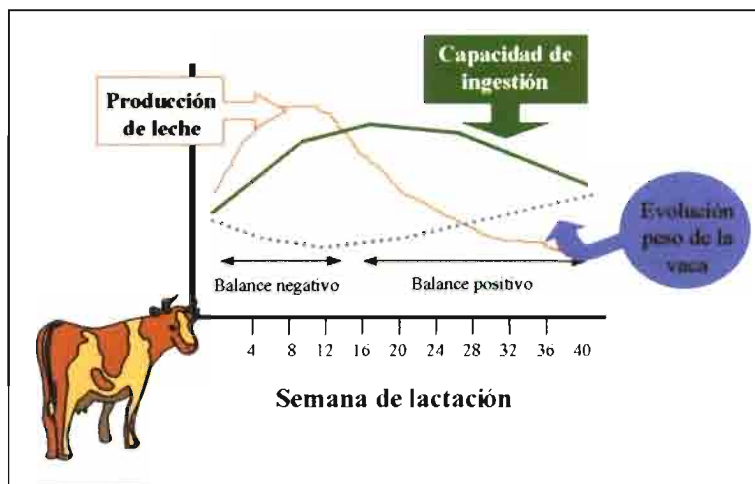


Fig. 1.- Evolución de la producción de leche, de la capacidad de ingestión y del peso corporal a lo largo de la lactación.

La grasa de la leche está constituida básicamente por triglicéridos, parte de los cuales son sintetizados a partir de ácidos grasos volátiles producidos en la fermentación en el rumen, en especial, el acetato. Otra parte es aportada por los triglicéridos plasmáticos, que proceden de los depósitos corporales o son aportados en la dieta (Schmidt, 1971; Baldwin y Smith, 1983).

Para poder cubrir las necesidades de los animales, a medida que aumenta la producción de leche disminuye la proporción de forraje en la ración, que es el principal precursor de acetato. El aumento en la proporción de concentrado, además, provoca una disminución del pH del fluido ruminal que puede incidir negativamente en la fermentación del forraje, reduciendo más si cabe la producción de acetato (Broster et al., 1978; Giráldez et al., 1995; Goad et al., 1998). Por tanto, una primera dificultad para formular raciones para animales de alta producción es lograr una ingestión elevada de energía, alterando lo menos posible la función ruminal. (**Figura 3**).

No obstante, la reducción en el contenido de grasa no puede atribuirse únicamente a la reducción del contenido de acetato. En este sentido, existen indicios de que la elevada producción de ácido propiónico, asociada con el consumo de pienso, podría inhibir la movilización de

### Cetosis

A pesar de que el animal tenga reservas suficientes, se deben evitar déficits severos porque, aunque el nivel de producción pudiera mantenerse, la rápida movilización de grasas desde las reservas corporales puede desencadenar la aparición de problemas metabólicos como la esteatosis hepática o la cetosis (Jagos y Dvorák, 1990).

La disminución en la ingestión de energía puede ser inevitable en algunos casos (altas temperaturas, problemas en el parto, el estado hormonal al final de la gestación y tras el parto o por la aparición de otros problemas patológicos digestivos, de cojeras, etc.), pero en otros casos es debido a un manejo inadecuado (p.e. mala formulación de las raciones, cambios bruscos en la ración, hacinamiento de los animales, etc.).

En cualquier caso el resultado es la movilización de una gran cantidad de reservas grasas que no pueden ser metabolizadas adecuadamente al mismo ritmo al que son movilizadas. Por esta razón se produce una gran cantidad de metabolitos que no pueden ser asimilados o eliminados por el animal, acumulándose en forma de grasa en el hígado, lo que reduce su capacidad de funcionamiento y detoxificación.

Por otra parte, los ácidos grasos son degradados a cuerpos cetónicos que no



pueden ser utilizados o eliminados por el animal. Estos cuerpos cetónicos se acumulan en la sangre dando lugar a la cetosis o acetonemia. El problema se complica porque en esta situación no puede llegar a formarse suficiente glucosa para satisfacer las elevadas demandas metabólicas del animal, ya que la glucosa es esencial para algunos tejidos (tejido nervioso, células sanguíneas), así como para la síntesis de lactosa en la glándula mamaria. Estas desviaciones metabólicas provocan una reducción importante del apetito, que agrava aún más el problema, el abatimiento de los animales, la disminución en la producción lechera y problemas posteriores de reproducción (Jagos y Dvorák, 1990; Pehrson, 1996).

Resumiendo, es inevitable un balance negativo de energía en las vacas al inicio de la lactación, pero es preciso mantener dicha situación dentro de unos límites para prevenir la aparición de problemas que pueden comprometer la capacidad de producción y la vida productiva de los animales.

## Acidosis

Para maximizar la ingestión de energía, las raciones de vacas de alta producción incluyen una proporción muy elevada de cereales, en especial maíz. Asimismo, con el objetivo de incrementar la digestibilidad, suelen procesarse los cereales (molido, aplastado, etc.). Esta combinación de factores determina que los animales de alta producción consuman una elevada cantidad de carbohidratos fácilmente fermentables (almidón), con el consiguiente aumento en la producción de ácidos orgánicos y disminución del pH del medio ruminal.

La reducción del pH causa, a su vez, una serie de alteraciones en la población microbiana, provocando un desequilibrio entre las bacterias que producen ácido láctico y las que lo utilizan. Un pH bajo también reduce la permeabilidad de la pared del rumen. Todo ello provoca una acumulación de ácido láctico, que acentúa la caída de pH y causa alteraciones metabólicas (Jagos y Devorak, 1990; Nocek, 1997).

La acidosis aguda presenta signos y síntomas específicos que permiten su diagnóstico y, por ello, tomar las medidas terapéuticas adecuadas. Sin embargo, es más común que la acidosis curse de forma subclínica, con signos y síntomas poco claros, como una ingestión errática o una menor eficiencia productiva (Nocek, 1997; Goad et al., 1998).

La acidosis es también un factor coad-

yuvante en el desarrollo de la laminitis (inflamación de la pezuña), que es un problema muy frecuente en el vacuno de leche y que influye negativamente en el rendimiento productivo de los animales (Nocek, 1997). En el desarrollo de esta enfermedad intervienen múltiples factores, pero la alimentación parece desarrollar un papel importante. Además de la acidosis, también se ha asociado esta patología con elevados contenidos de proteína degradable en la dieta. No obstante, se desconoce el mecanismo de acción (Nilson, 1963; Bazeley y Pinsent, 1994).

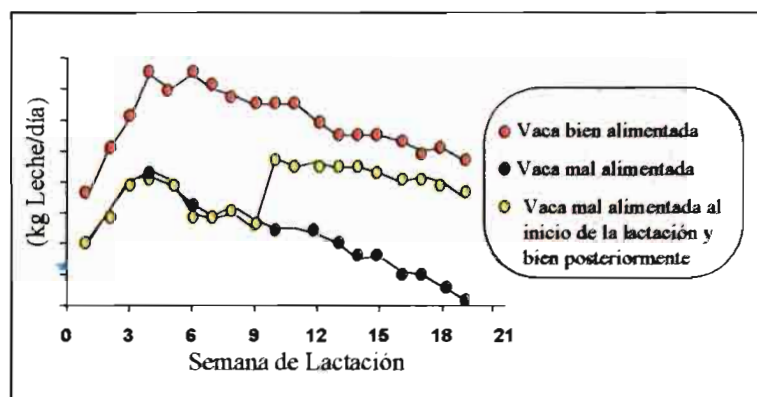


Fig. 2.- Efecto de la alimentación sobre la producción de leche.

En consecuencia, es importante lograr que, en la fase inicial de la lactación, los animales consuman la máxima cantidad de energía, pero es necesario reducir el ritmo de fermentación del almidón y emplear diferentes fuentes de energía para mantener el buen funcionamiento del rumen.

## La eficiencia reproductiva es baja

La función reproductora también puede verse afectada por el balance energético negativo, sin que sea consecuencia de la aparición de los desórdenes metabólicos antes citados (Broster et al., 1978; Webster, 1987; Gordon, 1996).

Para explicar porqué la alimentación puede afectar a la reproducción es necesario entender un principio teórico que es el de prioridad de las distintas funciones por el aporte de nutrientes. Según este principio, las funciones vitales para el mantenimiento del animal son absolutamente prioritarias y deben ser cubiertas en todo caso para no comprometer la vida del animal. Al inicio de la lactación, la producción de leche es prioritaria, después nos encontraríamos con la recuperación de las reservas y por último con la función reproductora.

La razón de este orden de prioridades es sencilla. En esta fase lo prioritario es asegurar la supervivencia de la cría mediante la producción de leche. Si hay escasez de nutrientes se detiene en primer lugar la actividad reproductora, pues no

es el mejor momento para iniciar una nueva gestación, y se movilizan reservas para atender las elevadas necesidades de lactación. A medida que avanza la lactación, si se ha iniciado una nueva gestación, el orden de prioridades se invierte por los cambios producidos en el estado hormonal. Entonces la gestación es prioritaria, luego el depósito de reservas y, por último, la lactación. En ese caso es más importante asegurar la viabilidad del feto y preparar una nueva lactación, y la producción de leche es menos importante porque la cría ya habrá superado la fase crítica de los primeros meses.

El balance energético negativo va a influir sobre dos parámetros fundamentales: el inicio de la actividad ovárica y la recuperación del útero tras el parto y su preparación para una nueva gestación. Está demostrado que la actividad ovárica se inicia a medida que el balance energético se hace menos negativo y el estímulo desencadenante es la transición de un balance negativo a otro positivo y, por ello, es importante acortar el

periodo de balance negativo para que el animal pueda concebir cuanto antes (Webster, 1987).

Sería ideal conseguir que el balance negativo tendiera a anularse antes de los 60 días tras el parto para llegar a este momento con la tendencia a ganar peso. En esos días suele realizarse la primera inseminación y para que la vaca quede preñada cuanto antes es precisa una serie de acontecimientos previos sobre los cuáles influye el balance energético negativo. De estos acontecimientos previos, el principal es la recuperación de la ciclicidad ovárica.

Ésta suele iniciarse antes del día 30 tras el parto, pero en vacas de alta producción este proceso puede retrasarse como consecuencia de su balance energético negativo, o puede producirse una ovulación sin manifestación de celo. El balance energético negativo trae consigo niveles bajos de glucosa en sangre que desencadena una serie de alteraciones hormonales inhibiendo o reduciendo la liberación de hormonas del hipotálamo e hipófisis que son necesarias para una adecuada actividad de las gónadas (Butler, 1998).

De esta forma, el ritmo y magnitud de movilización de reservas corporales al inicio de la lactación condiciona el intervalo entre el parto y la primera ovulación, el intervalo entre el parto y la manifestación del primer celo, la tasa de concepción o fecundación y el intervalo entre el parto y la fecundación. Un balance energético



negativo muy severo provocará un mayor índice de celos silentes y una menor tasa de concepción, aumentando los índices de retorno y alargando el intervalo entre el parto y la fecundación, con lo que empeoran los índices de fertilidad del rebaño y se alargan los ciclos reproductivos y productivos.

Por todo ello, es muy importante cubrir adecuadamente las necesidades de las vacas en esta fase crítica de inicio de lactación, intentando que entre el parto y la cubrición la pérdida de condición corporal no sea mayor de 1,5 puntos.

### Excesivo engrasamiento

Tal y como se comentó anteriormente, en el periodo de lactación a una primera fase de escasez le sigue una de abundancia, en la que los animales deben recuperar las reservas corporales perdidas. No obstante, una alimentación inadecuada en esta segunda fase puede provocar un excesivo engrasamiento de los animales. Así, nos encontraríamos con un síndrome complejo denominado síndrome de la vaca gorda (Webster, 1987; Kona, 1990).

Las vacas excesivamente gruesas suelen presentar numerosos problemas y complicaciones en el momento del parto, pero, además, el exceso de condición corporal traerá como consecuencia una mayor predisposición a trastornos metabólicos y funcionales. Un mayor acúmulo de reservas no va a resultar en ningún caso en una mayor producción de leche. Sin embargo, está demostrado que hasta que las reservas no vayan descendiendo el consumo de alimento no irá aumentando.

Por este motivo, las vacas más gordas tienden a comer menos al inicio de la lactación y el momento de máxima ingestión se retrasa en el tiempo, de forma que intervalo entre el pico de lactación y el de ingestión se hace más largo, y el periodo de balance energético negativo se prolonga más en el tiempo. Como consecuencia se produce un exceso de movilización de reservas corporales que aumenta la incidencia de cetosis y disminuye la capacidad reproductiva del animal (Jagos y Devorak, 1990).

### Bases para realizar una alimentación adecuada

#### Fase inicial de la lactación

Para poder superar con garantías la fase

inicial de la lactación y paliar los posibles efectos negativos de un déficit nutritivo severo, el ganadero debe intentar que los animales ingieran la máxima cantidad de energía y proteína posible. Ahora bien, debe lograr esto alterando lo menos posible la fermentación ruminal. Para ello se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- *Emplear forrajes de buena calidad.*

Es evidente que en la fase inicial de la lactación, cuando el animal todavía no ha alcanzado la máxima capacidad de ingestión, la proporción de forraje en la ración debe ser muy inferior a la de concentrado. No obstante, esta proporción puede variar con la calidad del forraje.

Un forraje de buena calidad estimula el consumo de alimento, aporta más nutrientes, limita en menor medida el consumo de concentrados que uno de mala calidad y puede aportar suficiente fibra larga o efectiva para el normal funcionamiento del rumen. En general, se recomienda que el contenido de fibra neutro detergente de la ración no sea inferior al 26%.

Los forrajes son alimentos con una gran variabilidad en su calidad, ya que la misma depende de innumerables factores como estado vegetativo, estado de conservación, presentación física, etc. Para asegurar que el forraje utilizado es el idóneo es muy importante disponer de toda la información posible respecto al mismo. En este sentido sería conveniente contar con la posibilidad de llevar a cabo determina-

la rumia y salivación depende tanto de la cantidad consumida como del tamaño de partícula. El tamaño de partícula influye en la ingestión de forraje, de manera que cuanto más se pique un forraje mayor cantidad podrá consumir un animal (Owen, 1978). Sin embargo, si se pica en exceso el forraje (p.e. pellets de alfalfa deshidratada) se comportará más como un concentrado que como un forraje, aunque el contenido de fibra sea el mismo, y agravará los problemas relacionados con el consumo elevado de pienso (Owen et al., 1971). Por ello es recomendable no picar en exceso el forraje.

- *Ajustar la proporción de carbohidratos rápidamente fermentables.*

El empleo de elevadas cantidades de cereales en esta etapa es ineludible, puesto que el animal tiene unas necesidades energéticas muy elevadas.

El problema del elevado consumo de cereales está relacionado, tal y como se comentó anteriormente (ver acidosis) con la ingestión de almidón y su rápida fermentación en el rumen. En general, para evitar este problema, la proporción de cereal en la ración no debería sobrepasar el 55% (la proporción de carbohidratos no estructurales no debería sobrepasar el 45% de la ración). No obstante, este límite puede variar, ligeramente, con el tipo de cereal y con la forma de presentación.

El ritmo de fermentación del almidón varía de unos cereales a otros e incluso entre variedades de la misma especie (Malestein et al., 1988; Herrera-Saldana et al., 1990; Martin et al., 1999). Entre los cereales más empleados, en un extremo se situaría el trigo (degradación muy rápida) y en el otro la avena. El maíz y la cebada se situarían en una posición intermedia (figura 4).

Por otra parte, la fermentación del almidón es mayor cuando se administra el cereal molido que cuando se administra entero. En principio, en la especie bovina, la molienda favorece la digestibilidad y la ingestión, aunque este aumento puede no compensar el mayor riesgo de acidosis

(Wilson et al., 1973), que, entre otros efectos, puede reducir la ingestión de alimento y la digestión en el rumen. Por esta razón, en la medida de lo posible, es recomendable no utilizar cereal molido. Una alternativa a la molienda es el aplastado, que favorece la digestión del cereal sin incrementar en exceso el ritmo de fermentación del almidón en el rumen.

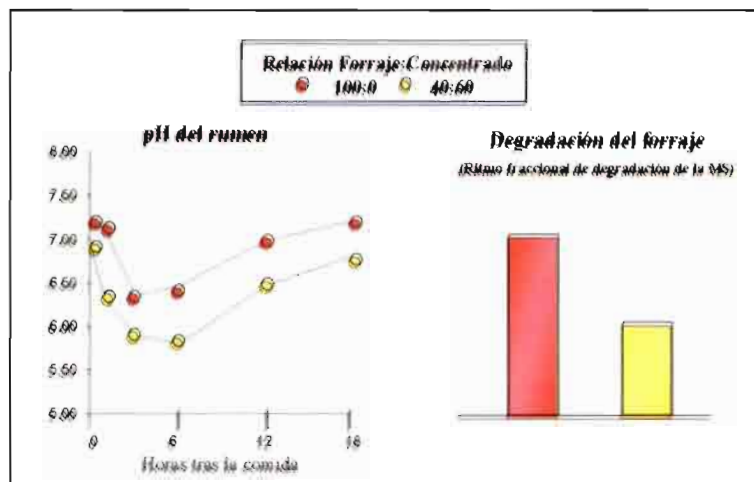


Fig. 3.- Efecto de la relación forraje:concentrado sobre el pH del rumen y la degradación en el rumen del forraje.

ciones analíticas periódicas de nuestro forraje para estimar su valor nutritivo, y de esta forma conocer que es lo que realmente aporta dicho forraje y cuál sería la mejor suplementación posible al mismo para conseguir un rendimiento óptimo del animal.

- *No picar en exceso el forraje.*

La efectividad de la fibra para estimular

Independientemente de las cuestiones relacionadas con el tipo de cereal y forma de administración, existe también la alternativa de utilizar otros alimentos con elevado contenido de energía, pero cuya fuente principal de energía no es el almidón.

Así, por ejemplo, se pueden incorporar en la ración semillas de oleaginosas, con elevado contenido de grasa, o subproductos ricos en lo que se denomina fibra soluble (pectinas, etc.). Estos alimentos, sin embargo, por diferentes razones deben emplearse de forma limitada.

En lo que se refiere a los subproductos, el contenido de energía suele ser superior al de los forrajes pero inferior al de los cereales. Además, suelen ser también menos apetecibles. En lo que respecta a las semillas (soja, algodón, girasol, etc.), estos alimentos contienen un elevado contenido de grasa insaturada, que consumida en exceso también puede alterar la fermentación ruminal. No obstante, la cinética de digestión varía entre semillas.

Así, por ejemplo, la grasa de la semilla de algodón se digieren más lentamente que la de otras semillas y no deprime la digestión en el rumen de forma tan acusada como otras grasas insaturadas (Garnsworthy, 1997). Por otra parte, hay que tener en cuenta el efecto depresor del contenido de grasa de la leche, anteriormente comentado, que podría tener la absorción de productos intermedios en las rutas metabólicas de hidrogenación microbiana de los ácidos grasos.

El nivel de inclusión de semillas de oleaginosas, además de la especie, está condicionado por la forma de presentación. En general, el nivel será menor cuando se muelen que cuando se administran enteras. Por otra parte, hay otros factores que hay que tener en cuenta, además de la grasa, como son la presencia de sustancias antinutritivas (gospol en el caso de la semilla de algodón, etc.) o el elevado contenido de proteína, que se debe tener en consideración para evitar excesos de proteína.

Para evitar el efecto negativo de la grasa, se puede utilizar grasa protegida (bypass). Esta grasa es inerte en el rumen, pero es digerida y absorbida una vez que llega al intestino. Para hacernos una idea de la cantidad de energía que aporta la grasa, basta recordar que 1 kg de grasa aporta aproximadamente tanta energía como 2,5 kg de maíz. No obstante, la

grasa protegida debe emplearse en cantidades limitadas por varias razones: 1) la protección no es absoluta y en grandes cantidades podría alterar la fermentación ruminal; 2) la capacidad de digestión en el intestino es limitada y si se excede puede provocar alteraciones digestivas postruminales; 3) presenta problemas de palatabilidad, que pueden reducir la ingestión (para reducir este efecto, la inclusión de grasa en la ración debe realizarse de forma progresiva); 4) puede modificar la composición de la grasa de la leche, aunque este podría ser un aspecto positivo; 5) al aumentar el contenido de grasa protegida, generalmente aumenta el contenido de grasa de la leche (hasta un límite), pero puede disminuir el contenido de proteína.

Se puede concluir que al incrementar la ingestión de energía aumenta el contenido de proteína de la leche si la energía es aportada por carbohidratos pero no por grasa (Sutton, 1989; Reynolds et al., 1997). Se han propuesto diferentes mecanismos de acción para explicar este fenómeno, pero no existen datos concluyentes (Garnsworthy, 1997).

aporten proteínas de alta calidad, que no sean degradables, es decir, que atraviesen el rumen sin ser degradadas y lleguen al intestino sin sufrir alteración. El uso de concentrados con altos contenidos de proteína de baja degradabilidad debe equilibrarse con un aporte adecuado de proteína degradable necesaria para la síntesis microbiana.

La proporción de proteína no degradable en la ración puede variar con factores como la producción de leche o la capacidad de ingestión. No obstante, por término medio se considera que la proteína no degradable debe representar entre un 35 y un 40% de la proteína bruta de la ración, la cual debe situarse en torno a un 17-18% (NRC, 2001).

Además de los aspectos cuantitativos hay que considerar también los aspectos cualitativos. La proporción de los aminoácidos absorbidos debe ser adecuada, ya que deficiencias o excesos relativos pueden influir negativamente en el rendimiento productivo de los animales. En el vacuno de leche, los aminoácidos potencialmente más limitantes son la metionina

y la lisina y, en la práctica, en vacas de alta producción es imposible lograr el aporte adecuado únicamente con alimentos convencionales (Sloan, 1997). Por ello, es preciso recurrir al empleo de aminoácidos protegidos, que permiten ajustar la cantidad y la calidad de la proteína de la ración (von Keyserlingk et al., 1999).

Este aspecto es muy importante, ya que es obligado subrayar que el exceso de proteína no es beneficioso. Por una parte, no mejora el contenido de proteína de la leche e incrementa el coste de la alimentación. Por otra,

es perjudicial para el medio ambiente, ya que aumenta la contaminación nitrogenada (Keyserlingk et al., 1999).

El aporte de proteína degradable también es importante: si no se cubren las necesidades de los microorganismos del rumen disminuye la síntesis de proteína microbiana y, por ello, el aporte de proteína para la vaca. Además, un defecto de proteína degradable también puede incidir negativamente en la digestión en el rumen de los alimentos, en especial de los forrajes. El exceso también debe evitarse ya que el amoníaco no utilizado para la síntesis microbiana es absorbido y transformado en urea, para evitar problemas de toxicidad. Este proceso implica un gasto energético, pero además puede

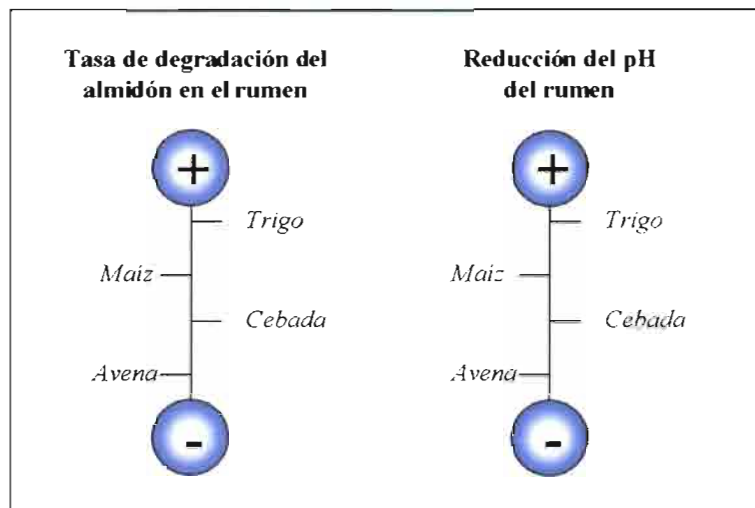


Fig. 4.- Comparación de diferentes cereales.

Por último, a la hora de emplear cualquier alimento, incluida la grasa protegida, hay que considerar también el aspecto económico. En este sentido, baste recordar que el coste energético de la grasa protegida, en la actualidad, es, por ejemplo, el doble del maíz (aproximadamente 20 vs 40 pts./UFL).

• *Aportar proteína de alta calidad y equilibrar el aporte de energía fermentable y de proteína degradable.*

En cuanto a la proteína es necesario incrementar considerablemente el contenido de proteína de la ración para atender no sólo las necesidades nitrogenadas de lactación, sino también para evitar la movilización de reservas musculares. Además es preciso incluir ingredientes que



repercutir negativamente en el contenido de proteína de la leche (Hagemeister et al., 1980; Sloan, 1998).

A la hora de formular las raciones es preciso, por tanto, ajustar el aporte de energía fermentable y de proteína degradable, pero no sólo en términos cuantitativos sino cualitativos. Es decir, hay que intentar que la disponibilidad de energía y de proteína para los microorganismos del rumen coincida en el tiempo, ya que en caso contrario disminuye la eficiencia de utilización de los alimentos (Hoover y Stokes, 1991; Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992).

- *Distribuir el pienso en varias tomas e incorporar aditivos para regular el pH ruminal.*

El otro aspecto a tener en cuenta para estimular el consumo de la ración es la forma de distribución de la misma y el número de comidas.

La distribución del pienso en varias tomas a lo largo del día reduce los efectos perjudiciales asociados con el elevado consumo de pienso (Rossing, 1978; Kaufmann et al., 1980; Broster et al., 1980). Para ser factible en la práctica, esta estrategia requiere unas instalaciones costosas (distribución del pienso controlada electrónicamente), de las que carecen la mayoría de los ganaderos en nuestro país.

El uso de raciones integrales (unifeed), empleando forrajes de muy buena calidad, es una alternativa cada vez más extendida. En términos de producción de leche, el empleo de raciones integrales permite resultados similares e incluso mejores que la distribución del pienso en múltiples tomas (Ferris et al., 1998). El contenido de grasa de la leche, sin embargo, suele ser inferior cuando se emplean raciones integrales (Ferris et al., 1998).

En las raciones de vacas de alta producción es habitual incluir aditivos, tales como el bicarbonato, que ayuden a regular el pH del medio ruminal. Con el objetivo de garantizar la calidad higiénica y sanitaria de los productos animales destinados al consumo humano se ha reducido considerablemente la lista de aditivos permitidos en la UE. Sin embargo, entre los aditivos permitidos hay sustancias, como las sales de ácidos orgánicos (malato, etc.), inocuas para las personas, que ofrecen un gran potencial para su empleo en la alimentación de las vacas de leche (Martín, 1998).

### Después de sobrepasar el pico de lactación (período de recuperación de las reservas)

Como se señaló anteriormente, es tan

importante evitar una movilización excesiva de reservas durante la fase inicial de la lactación, como un excesivo engrasamiento durante las fases posteriores de la lactación (síndrome de la vaca gorda).

La adecuada condición corporal supone un compromiso entre las reservas de energía necesarias para la alta producción durante el periodo de balance energético negativo y la disminución del apetito y

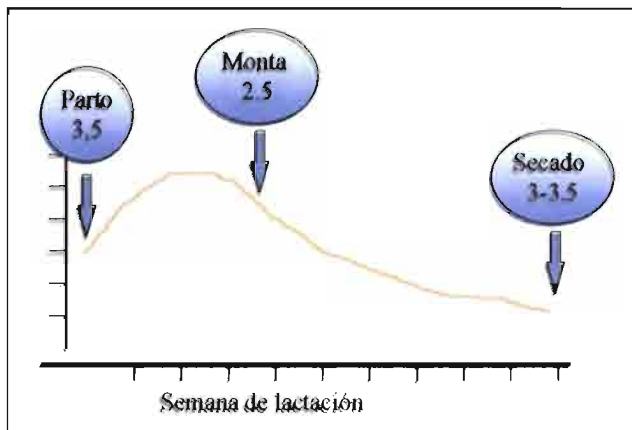


Fig. 5.- Condición corporal recomendada para las diferentes etapas del ciclo productivo de una vaca.

exceso de movilización de reservas originadas por el exceso de grasa corporal. La conclusión a extraer es que el mantenimiento de la condición corporal óptima en cada fase del ciclo productivo puede ser el criterio más importante para establecer la alimentación que va a permitir el mejor rendimiento productivo del animal.

La técnica de valoración del estado de carnes mediante palpación proporciona una información bastante fiable sobre el estado de reservas corporales.

El objetivo más crítico es conseguir que las vacas lleguen al parto con una puntuación de 3.5, que representa un buen estado de carnes sin llegar al engrasamiento (ver figura 5).

La condición corporal debería valorarse regularmente para detectar con antelación cualquier desviación de la línea que representa las puntuaciones recomendables a lo largo del ciclo productivo. De esta forma, la valoración del estado de carnes nos va a indicar si la alimentación que recibe el animal es la correcta o si, por el contrario, es preciso modificar la alimentación.

Las bases de la alimentación comentadas en el apartado previo son también de aplicación para fases posteriores de la lactación. No obstante, cabe señalar que la mayor capacidad de ingestión, unida a la progresiva reducción en la producción de leche y, por ende, de las necesidades, permite incrementar la proporción de forraje en la ración, estrategia que contribuirá a mejorar la función ruminal y evitar el

excesivo engrasamiento de los animales.

La concentración energética del pienso también podrá reducirse progresivamente, de manera que podrán suprimirse de su composición algunos ingredientes, como la grasa protegida. Por el contrario, con frecuencia es necesario aumentar el contenido de suplementos proteicos que aporten proteína no degradable; cuando se reduce la ingestión de energía para evitar un excesivo engrasamiento hay que tener en cuenta que se reducirá la síntesis de proteína microbiana, que habrá que compensar aportando mayor cantidad de proteína no degradable.

Conviene recordar que los cambios en la alimentación deben realizarse de forma progresiva, nunca de manera brusca. Esta norma es aplicable a todas las fases del ciclo productivo y debe cumplirse siempre.

### Conclusión

Las vacas de alto potencial productivo son animales muy seleccionados, capaces de producir una cantidad de leche equivalente a 4-5 veces su masa corporal, y sometidos a variaciones ponderales de hasta el 15% de su peso vivo. Es importante entender que se trata de seres vivos al límite de su capacidad metabólica. Es por ello esencial mantener un equilibrio en la alimentación, ya que de otra forma el animal no va a ser capaz de responder y aparecerán problemas digestivos, metabólicos y reproductivos.

En ocasiones la situación puede ser muy delicada pues las medidas encaminadas a solucionar un determinado problema pueden aumentar el riesgo de que se desencadene otro.

Evidentemente hay ciertos márgenes de seguridad que permiten la actuación del ganadero, pero dichos márgenes se estrechan a medida que el nivel de producción es más alto.

Por ello, a veces puede ser más conveniente renunciar a producciones muy altas o decidir alargar los ciclos productivos con el objeto de obtener un beneficio a largo plazo alargando la vida productiva del animal.

Cuando debe tomarse la decisión sobre intensificar o no el sistema de producción es preciso valorar adecuadamente las posibilidades y características de cada explotación y conocer y evaluar las ventajas y los inconvenientes en cada caso para que la decisión final se acerque, en la medida de lo posible, a la mejor de las posibles opciones. ■