



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



CONCENTRADOS PARA INCREMENTAR PROTEÍNA LÁCTEA

Gian Franco Pedron

Especialista en Alimentación Animal, Universidad “Degli Studi”, Milan, Italia.
Especialista en I.A. de animales Domésticos, Instituto “L. Spallanzani”, Milan, Italia.

Graduado en Ciencia Agrícola, Universidad “Degli Studi”, Milan, Italia.

Classic Maturity in the Lyceum “Berchet”, Milan, Italia.

E-mail: akron@pelagus.it

Italia

Abstract

Author describes all factors that have influence in milk protein: those related to microorganism activities in the rumen, as well as those related to nutritional balance. For the latest, the level of energy, bypass protein, dry matter, NSC, type and amount of fiber are relevant. Protein increases in milk are not achieved by using only specific feed supplements; a good balance between the different nutritional factors and the parameters involved, is required, in addition to excellent management and genetics.

Resumen

La alimentación de los rumiantes, en comparación con otras especies, está todavía en sus primeras etapas. Una nutrición adecuada ofrece la posibilidad de aumentar la producción tanto en cantidad como en calidad de leche.

Para optimizar el valor nutricional de los alimentos, la alimentación se debe enfocar a nutrir la microflora ruminal, con dosis adecuadas de energía, proteína, minerales y vitaminas. Además, la presentación de las materias primas con que alimentan los rumiantes debe ser tal, que garantice una buena degradación del alimento por parte de los microorganismos ruminales, es así como el tamaño de la fibra repercute directamente en el grado de masticación y por lo tanto en la producción de saliva que actúa como tampón disminuyendo la incidencia de ácidosis ruminal.

En estos momentos el mercado exige un aumento en los tenores de proteína de la leche. Los concentrados no aumentan este valor por sí solos. Debe haber una estrecha relación con las prácticas de manejo, la genética, la calidad del





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



forraje y la correcta formulación de los alimentos concentrados, ya la variación en la composición de la leche se atribuye en un 55% a factores hereditarios y el restante 45% se debe a factores ambientales, alimenticios y de manejo. Uno de los factores que más influyen en el nivel proteico de la leche es la cantidad de energía que contiene la ración. Entre los parámetros que más influyen en la producción de sólidos en la leche se encuentran, ingesta máxima de materia seca, suplementos energéticos, nivel bajo de fibra neutro detergente, alto nivel de CNE y presencia de partículas cortas de fibra.

Introducción

Hablar de alimentos concentrados puede resultar un tema, por un lado fácil y por el otro difícil, sobre todo si se toca el tema de la alimentación de la vaca lechera. Tarea fácil, porque basta enumerar los grandes resultados obtenidos en las últimas décadas con el uso de alimentos completos en las empresas avícolas (carne y huevos) y porcícolas. En estos sectores los éxitos han sido proporcionales a los aportes nutricionales de los concentrados para satisfacer las exigencias nutricionales de los animales, que son cada día más precisos y cuantificables, respecto de su fisiología digestiva y nivel productivo deseado.

Muy diferente resulta el concepto del alimento concentrado en la alimentación de los rumiantes y particularmente en la vaca lechera. En éste caso el alimento concentrado no puede representar por sí solo la “dieta”, sino que se convierte en un componente de la ración, complemento de los aportes nutricionales de los forrajes comunes producidos en las fincas, con respecto a los requerimientos de los animales.

Para precisar mejor el papel y las funciones específicas de los alimentos concentrados en el cuadro general de la alimentación de la vaca lechera, se necesita ante todo, comprender la fisiología digestiva del rumiante, condición ésta que los hace muy diferentes a la de los otros mamíferos.

El rumen

El bovino pertenece al orden *artiodáctilos*, y al suborden *ruminantia* que comprende numerosas especies de mamíferos caracterizados por el fenómeno de la “rumia”, es decir, masticación repetida del material previamente ingerido y almacenado en el rumen o panza y en uno de sus cuatro compartimentos del estomago. La función de los rumiantes está ampliamente justificada por el hecho (anatómico-funcional) de tener





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



preestómagos de los cuales se deriva la capacidad de utilizar al máximo las potencialidades nutricionales de materiales, vegetales de diferente calidad nutricional. En efecto, los alimentos ingeridos no pasan del rumen antes de que la acción mecánica (masticación) y la acción química de las bacterias presentes en gran número en él (procesos fermentativos), hayan sido reducidos hasta dimensiones suficientemente pequeñas (inferiores a 0.6 cm) Algunos compuestos (el 70 – 80 por ciento de los ácidos grasos volátiles) pasan, sin embargo, directamente del rumen a la sangre, gracias a las papilas ruminales presentes en las paredes del mismo, cuya longitud varía entre 6 y 10 mm. Por lo tanto, esquemáticamente se puede distinguir la actividad de los preestómagos en dos fases:

1. La acción mecánica de los dientes luego de que el material ingerido ha sido empujado nuevamente a la boca desde el rumen (rumia).
2. La acción fermentativa de las micropoblaciones simbióticas, que autónomamente atacan los principios alimenticios (especialmente glúcidos y péptidos), y los vuelve, en general, más utilizables.

Para un adecuado funcionamiento de los preestómagos es necesario una serie de actividades que dependen en parte del animal y en parte de la microflora ruminal. Los que dependen del animal son la actividad motriz del aparato digestivo y la producción de saliva.

Actividad motora de los preestómagos

Fundamentalmente, esta actividad garantiza cuatro funciones importantes:

- La mezcla continua del material contenido en el rumen.
- Expulsión de las enormes cantidades de gas producidas en el rumen.
- El regreso del alimento a la boca durante la rumia.
- El envío de las partes de menor tamaño al omaso para la acción digestiva.

La actividad motriz de los preestómagos resulta siempre de vital importancia, ya que su disfunción, independientemente del origen del problema, repercute siempre negativamente sobre el estado de salud del animal.

A continuación cada una de estas funciones:





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Mezcla del material ruminal

Se hace con movimientos alternados continuos en los varios compartimientos del rumen – retículo. El movimiento del contenido, de una parte a otra dentro del estómago, ocurre como un choque entre las varias “corrientes” del líquido, las cuales se pueden escuchar como el ruido de una “cascada” (puede oírse sobre el flanco izquierdo del animal).

Estos movimientos conocidos como el “ciclo primario” tienen una frecuencia de uno cada 30 ó 40 segundos aproximadamente, se inician desde el retículo que se contrae parcialmente y después de una breve pausa su volumen prácticamente desaparece; sigue después el rumen en el saco craneal, luego las paredes dorsales comprendido el ciego y por fin la parte ventral. De esta manera se evita una estratificación poco favorable de las partículas de diversos tamaños que tienden a reagruparse, además, se asegura un ambiente uniforme que mejora la actividad bacteriana y los fenómenos de absorción (hacia las paredes hay una concentración de los ácidos grasos volátiles). Su frecuencia es mayor durante y después de las comidas y en general es mayor si la ración está constituida por alimentos toscos.

Eliminación de gases

Conocida como eructación, resulta una función esencial si se considera que en promedio se producen 600 litros de gases en 24 horas; el bloqueo temporal de su expulsión puede causar una grave alteración conocida como meteorismo.

Esta enfermedad se caracteriza por la formación de espuma y se debe tratar rápidamente con antifermentantes, antiespumantes, sonda esofágica o, como remedio extremo, punzando la fosa del lado izquierdo del rumen con un trocánter $\frac{3}{4}$. Si no se realiza esta práctica, el animal puede morir por asfixia debido a la presión que se ejerce contra el diafragma y los pulmones.

La eliminación de los gases se realiza por el efecto del “ciclo secundario” donde la abertura del cardias y del esófago, que es simultánea con la contracción del rumen, hace posible la expulsión de los gases, sobre todo de la parte dorsal donde están contenidos.

Rumia o fraccionamiento de las partes gruesas del alimento

Es el regreso a la boca del bolo alimenticio para ser masticado de nuevo y devolverlo al rumen. La rumia es una actividad instintiva que aparece en el ternero unos días después





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



del nacimiento. La rumia ocurre durante buena parte del día (12 a 16 veces en 8 horas), sobre ella incide considerablemente la naturaleza de la ración porque el estímulo aumenta cuando hay “flotadores”, es decir, partes gruesas en la ración. De ahí la importancia de una cuota fibrosa en la dieta, para que la rumia esté estrechamente asociada a la salivación.

Separación de las partes finas de las gruesas del alimento

Mientras en monogástricos herbívoros la masticación que precede a la deglución está enfocada a reducir los alimentos (independiente de cual sea su forma inicial) en fragmentos lo suficientemente finos, en los rumiantes no ocurre lo mismo durante este ejercicio, lo que explica la presencia en el rumen de fragmentos de diversos tamaños. De ahí la necesidad de un mecanismo para que sólo las partes finas sean transportadas por el líquido y puedan pasar al omaso.

De éste mecanismo hace parte el orificio-retículo-omasal que al abrirse, permite el paso sólo ciertas fases. Tiene un diámetro más o menos grande, según las dimensiones del animal. Así es como da paso a partículas más o menos grandes según la edad. De esta manera se explica que solamente hasta un peso de 200 – 300 kg, el becerro puede ingerir granos de cereales enteros sin muchas pérdidas en las heces, de cariócidos aún íntegros. En efecto, para que los granos pasen suficientemente a través del orificio pequeño, deberán molerse previamente a través de la masticación, así el contenido será fácilmente atacado por las bacterias del rumen y por las enzimas del intestino. La contracción del retículo y la del omaso son simultáneas a la abertura del orificio-rumino-omasal (en ocasiones el total se verifica en la segunda contracción del retículo en el ciclo primario).

En condiciones normales y cuando el material grueso no está molido, el mecanismo de retención de las partículas gruesas asegura el máximo de la utilización del alimento, aunque sea de baja calidad nutricional, porque su presencia en el rumen es más duradera (de aquí la menor ingestión de alimentos pobres en nutrientes independientemente de su palatabilidad, porque permanece más tiempo en el sistema digestivo). Sin embargo, este hecho es favorable por un lado, de otro, conlleva a la imposibilidad de ingerir en las próximas 24 horas la energía suficiente para el mantenimiento, porque la cantidad ingerida resulta limitada por factores mecánicos (de esta manera se infla el vientre pero el animal se adelgaza y no produce).





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



La función de la saliva

Aunque la saliva no se produce en los preestómagos, desempeña un papel importante en la actividad del rumen-retículo. La saliva ejerce funciones comunes en todas las especies animales como la hidratación de los alimentos, debido al agua que la compone y la viscosidad, que se debe al contenido de mucoproteína (mucina). En los rumiantes la saliva posee características particulares que permiten funciones insustituibles como:

- Acción tampón o neutralizante sobre los ácidos producidos en los procesos fermentativos que impiden reducciones perjudiciales del pH ruminal.
- Acción de estímulo a los microorganismos ruminales, que mantienen “constante” el pH por la presencia de urea y fosfatos que proveen de nitrógeno y fósforo rápidamente disponibles; de esta forma realiza la función de inicio de las fermentaciones después de la comida.
- Acción antiespumante, importantísima para evitar el meteorismo, sobre todo cuando existe abundancia de leguminosas jóvenes y verdes ricas en saponinas en la ración, que favorecen la formación de espuma (alfalfa, tréboles, etc.). Ahora será más fácil entender por qué se insiste en la regla alimenticia, buscando con ello favorecer la producción de saliva que puede llegar a 150 – 200 lt/día en el caso del bovino adulto, con la presencia en la dieta de suficientes cantidades de alimentos toscos y secos. Usar el bicarbonato de sodio (hasta 150 – 200 g./día) puede reemplazar el efecto de la saliva cuando las raciones, demasiado ricas en concentrados, reducen el tiempo de rumia y por ende la secreción de la saliva misma.

pH Ruminal

Un factor importante que incide en las características cualitativas y en el protagonismo de la fermentación ruminal, está representado por el estado de acidez existente en la masa alimentaria que permanece en el rumen. El pH está determinado por las diversas cantidades de las sustancias que se encuentran en la dieta o que se forman como producto final de la fermentación ruminal.

El nivel del pH, además, varía en diversas partes del rumen, cambia con el paso del tiempo desde el momento de la ingestión del alimento y está condicionado por el grado de saturación del líquido ruminal por parte del anhídrido carbónico. La acidez está formada, en gran parte, por la cantidad de ácidos grasos volátiles que se acumulan en

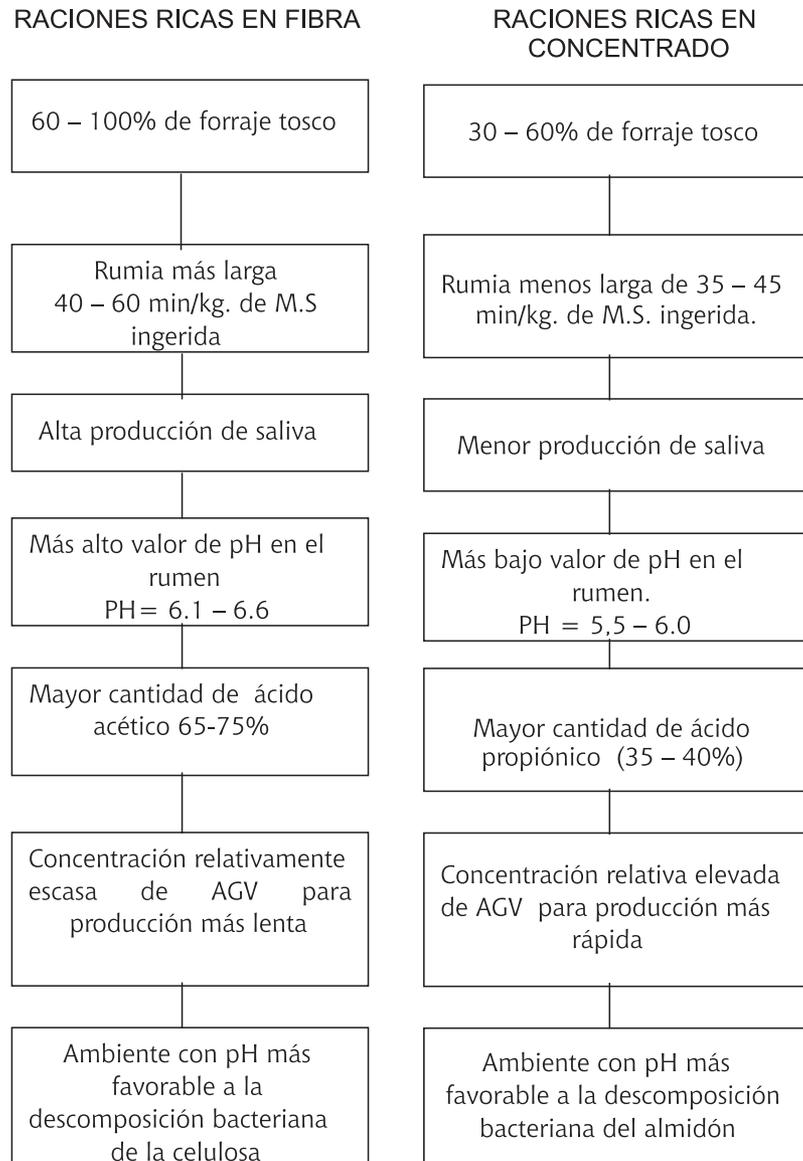




II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



el material digerido, que solamente es tamponado por la saliva que ha sido producida durante la masticación y la rumia. La clase de dieta influye directamente sobre el pH existente en el rumen. En general, las raciones en las que predominan forrajes contienen un pH más elevado comparado al de raciones basadas en alimentos concentrados. Como indica el siguiente esquema:



El pH óptimo del rumen en la vaca lechera es de 6.1 – 6.6, con prevalencia de flora celulolítica; para los bovinos de engorde es de 5.7 – 6.1 con prevalencia de flora amilolítica.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



La actividad de fermentación en el rumen

Como ya se dijo, esta es una función independiente del animal, ya que se debe a los microorganismos del rumen (bacterias y protozoos), pero depende también, del huésped que proporciona las condiciones óptimas a esos microorganismos.

El rumen se puede considerar un fermentador continuo porque con cierta regularidad libera material ruminal (el rumen es un mezclador de sustancias fermentadas con otras menos fermentadas o más finas, junto con bacterias y protozoarios allí presentes). Además, se mantienen relativamente constantes:

- La temperatura del rumen (39 – 40 °C) con extracción del calor utilizado para la termorregulación (por eso el rumiante resiste bajas temperaturas sin mayor gasto energético).
- El pH del rumen (6.6. – 6.9 en ayunas, y de 6.0 - 6.6 después del consumo de forraje) con la acción tampón de la saliva sobre los ácidos, pero sobretodo con su absorción por parte de las paredes del rumen (la función se acentúa cuando el pH se reduce).

Igualmente, son relativamente constantes el potencial de óxido reducción y la presión osmótica en equilibrio con la sangre (250 a 300 Mmos/kg antes del consumo pasto y 300 a 350 Mmos/kg después del mismo proceso).

Del elevado número de bacterias ($5 - 40 \times 10^9/g$), y de protozoarios ($2 - 50 \times 10^5$) hacen parte diversos géneros y especies. El equilibrio entre varios componentes microbianos resulta extremadamente dinámico, y puede de vez en cuando, favorecer poblaciones diversas en función de las variaciones que ocurren.

Al ocurrir cambios en las sustancias que entran al rumen debido a factores externos como la del suelo, el clima, la acción del hombre, entre otros, o acciones internos del animal como aquellas preferencias por ciertos alimentos, velocidad de ingestión, edad, cantidad y calidad de saliva, velocidad de absorción de los ácidos, entre otros, favorecen la multiplicación de diversos organismos. Para alcanzar el nuevo equilibrio se acuden a la funcionalidad de los procesos fermentativos que requieren en promedio de 7 – 8 días. Por lo tanto, no tiene sentido alterar ese equilibrio, antes de que sea constituido uno nuevo (con cambios bruscos de alimentación). Al respecto debe recordarse que un ternero, al momento de nacer, se halla privado de cualquier forma bacteriana. Pero la colonización bacteriana comienza rápidamente en el intestino, más lenta que la colonización del rumen que requiere de algunos días para adquirir un tamaño adecuado. De aquí la práctica de prevenir la estancia de formas patogénicas de bacterias como *E.*





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Coli, y de aumentar la respuesta inmunitaria específica del animal, a contactos eventuales con dichas especies microbianas, con el suministro de probióticos después del parto y que están constituidos por bacterias intestinales específicas de la especie, seleccionadas de la mucosa intestinal. En efecto, las bacterias y protozoos provenientes de rúmenes funcionales de otros animales y transportados por el goteo del agua producida por los eructos (aerosol), deben alcanzar rápidamente el rumen del neonato; esas bacterias son poco resistentes al aire. Así mismo, deben encontrar un material conveniente para su multiplicación (heno o mejor, concentrado).

El enriquecimiento con las numerosas formas bacterianas posibles se asegurará con el tiempo y dependerá, obviamente, del contacto con rumiantes adultos y del tipo de alimentación suministrada.

Otras consideraciones adicionales acerca de las bacterias y protozoos:

- **Bacterias**

En general, las bacterias realizan transformaciones químicas del alimento las cuales se adhieren a las partículas y penetran progresivamente en las células de los alimentos, son pocas las que viven en contacto con la pared del rumen o libres.

Desde un punto de vista microbiológico existen numerosos géneros, especies y cepas, agrupadas en 10 clases que hacen referencia a su actividad principal, desarrollo, géneros, sustancia ingerida. Se pueden distinguir, así:

1. **Celulolíticas:** Son bacterias que degradan la celulosa (glúcidos estructurales que sirven para dar rigidez a los organismos vegetales). Ningún animal está en condición por sí solo de utilizar este carbohidrato.
2. **Hemicelulolíticas:** Las que degradan la hemicelulosa, es decir, aquellos glúcidos que entran con la celulosa a formar la estructura rígida de los vegetales; su acción de degradación resulta definitivamente más rápida respecto a las anteriores.
3. **Amilolíticas:** Las que atacan los almidones, degradándolos muy rápidamente, es decir, liberando energía de alta fermentabilidad y en abundancia.
4. **Utilizadoras de azúcares simples:** son bacterias con un requerimiento de azúcares simples (sacarosa, glucosa, fructuosa, entre otros) presentes en los alimentos, o formados de la degradación de las bacterias precedentes sobre los diferentes complejos glucídicos; su acción es extremadamente rápida. Una pausa sobre la clasificación, da lugar a algunas consideraciones:





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- Los cuatro grupos de bacterias anteriores, atacan los glúcidos para liberar energía, que luego se utilizará en los procesos de síntesis.
- Al término de tales procesos, el rumiante utiliza algunos ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico, butírico), y pocas cantidades de ácido láctico que puede generar acidosis.
- Los procesos de degradación son más o menos rápidos, según sean los glúcidos comprometidos. Aquí se consigue, que la cantidad de ácidos producidos será diversa según el tiempo, manteniendo el pH en los límites fisiológicos (con la absorción y con el efecto tampón de la saliva).
- Si las bacterias no transforman la celulosa en ácidos ésta no se digeriría, mientras los almidones y los azúcares simples (a excepción de la sacarosa), pueden ser absorbidos en el intestino sin pérdida de energía provocada por la fermentación bacteriana.
- En los forrajes y en particular los lignificados, es decir, en avanzado grado de madurez, y sobre todo en las pajas, la celulosa y hemicelulosa están recubiertas de lignina y sílice que impiden la adhesión de las bacterias, y por lo tanto, la degradación de estos glúcidos estructurales. En tal caso, un tratamiento físico, pero en especial el químico (soda, amoníaco, agentes oxidantes, entre otros) está capacitado para separar la parte aislante de lignina, de tal forma que las bacterias tienen acceso a los dos glúcidos estructurales.

- 5. Utilizadores de ácidos:** Degradan los ácidos formados por los grupos microbianos precedentes, son útiles en la acción sobre el ácido láctico que es transformado en propiónico, reduciendo el riesgo de acidosis. Durante el período de adaptación al consumo de concentrados, hay un desarrollo suficiente de estas bacterias, pero también, de ácidos presentes en los alimentos. Ejemplo, en los ensilados y en este caso el ácido oxálico.
- 6. Utilizadores de proteínas (Proteolíticos):** Degradan la proteína para conseguir energía y fracciones proteicas menos largas; la acción se verifica sobre la proteína en mayor o menor medida según su solubilidad, pero también según la estructura química que depende de la composición de los tratamientos súbitos. Es decir, temperaturas elevadas o agentes químicos desnaturalizantes como formaldehído, taninos, entre otros. Entre el 70 – 75 por ciento de la proteína alimentaria se degrada.
- 7. Productores de amoníaco:** Algunos se derivan de las acciones mencionadas, destacándose el amoníaco de los aminoácidos, y otros de formas nitrogenadas diversas como la urea, entre otros.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



8. **Metanógenos:** Bacterias que obtienen energía por los procesos de síntesis del metano partiendo del anhídrido carbónico e hidrógeno, que son gases residuales de la actividad de otras bacterias. Con el fin de alcanzar un balance energético en el rumiante, ellas determinan una pérdida, ya que transforman la energía del hidrogeno, todavía potencialmente útil, por ejemplo, a la síntesis del ácido propiónico en una forma absolutamente inutilizable.
9. **Degradadores de lípidos (Lipolíticos):** Hidrolizan las grasas en glicerina y ácidos grasos para poder destruir la glicerina y eventualmente modificar sus ácidos. Generalmente no son muy abundantes porque las raciones de los rumiantes son pobres en grasas.
10. **Productores de vitamina:** se trata de aquellas vitaminas del grupo B y K que sirven como coenzimas para muchos sistemas enzimáticos de todos los seres vivos. Algunas bacterias están en capacidad de producir en abundancia vitaminas cuando fagocitan, sustrato éste que otras no lo producen, o lo hacen sólo una parte. Las vitaminas se absorben en el intestino del rumiante debido a la degradación de las enzimas intestinales sobre los cuerpos de las bacterias provenientes del preestómago. Así se explica el hecho de que el rumiante es independiente de la presencia de vitaminas en los alimentos, porque sus microorganismos, sí se encuentran en el tipo y cantidades suficientes en el rumen, pueden sintetizar estas vitaminas.

• Protozoarios:

Son organismos unicelulares y por lo tanto no pueden utilizar los glúcidos estructurales (celulosa y hemicelulosa) Son menos conocidos que las bacterias; aunque sus funciones son importantes, no parecen esenciales y el animal puede vivir sin ellos.

Ellos aparecen útiles en la “intermediación” sea fagocitando bacterias o gránulos de almidón (cuya fermentación bacteriana viene frenada con ventajas innegables).

Aunque presentes en número inferior, su mayor tamaño hace que representen una parte igual al de las bacterias; esto es, cuando hay condiciones óptimas representadas en una elevada presencia de almidones, a menos que determine una sensible baja en el pH (hacia la acidosis) a la que son poco resistentes y los conduce a desaparecer.

Abajo del rumen se encuentra el abomaso donde se dan los procesos digestivos verdaderos y propios. Allí entra una mínima parte de los protozoos presentes en el rumen (25 – 30%) por un mecanismo no muy claro, parece que son retenidos en la fase de paso hacia el orificio-retículo-omasal. Como consecuencia el aporte de proteína bacteriana para el huésped prevalece siempre cuando abundan los protozoos.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Tabla No 1.
Principales especies bacterianas presentes en el rumen

ESPECIE	SUSTRATO*	PRODUCTOS DE LA FERMENTACIÓN**
Fibrobacter succinogenes	C,A	F, A, S
Ruminococcus Albus	C, X	F, A, E, H, C
Ruminococcus flavefaciens	C, X	F, A, S, H
Butryvibrio fibrisolvens	C, X, PR	F, A, L, B, E,H,C,
Clostridium Lochleadii	C, PR	F, A, B, E, H, C
Streptococcus Bovis	A, S, SS, PR	L, A ,F
Ruminobacter Amylophilus	A, P, PR	F, A, S
Bacteroides ruminicola	A, X, P, PR	F, A, P, S
Succinomonas Amylololytica	A, D	A,S
Selenonomas ruminantium	A,SS, Gu,LU, PR	A, L, P, H, C
Lochnospira multiparus	P, PR, A	F, A, E, L, H, C
Succinivibrio dextronisolvens	P, D	F, A, A, L, S
Methanobrevibacter ruminantium	M, HU	M
Mrthasarcina Barkeri	M, HU	M,C
Spirochetes ssp	P, SS	F, A, L, S, E
Megasphaera elsdenii	SS, LU	A, P, S
Eubacterium ruminantium	SS	F, A, B, C

Sustratos

C = celulosa
D = dextrina
P = pectina
GU= glicerol

X = xilano
PR = proteína
M=productores de metano
LU= ácido Láctico

A = almidón
L = grasa
SS= azúcar soluble
HU= utilizador de hidrógeno

Productos de la fermentación

F = ácido fórmico
P = ácido propiónico
S = ácido succínico
C = anhídrido carbónico

A = ácido acetico
L = ácido láctico
V = ácido valerianico
M = metano

E = alcohol etílico
B = ácido butírico
H = hidrógeno





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Transformación de los principios alimenticios en el rumen

La micropoblación es responsable de todos los procesos de transformación. Estos organismos desarrollan una doble actividad: **Degradación-Síntesis**.

La flora bacteriana ruminal desempeña un papel importante en la transformación del alimento. Descompone los principios alimenticios para extraer energía y elementos nutritivos para sus propias actividades vitales, es decir, para el mantenimiento, crecimiento y multiplicación.

Esta degradación se desarrolla en condiciones de anaerobiosis (sin oxígeno) con procesos fermentativos de glúcidos, lípidos y prótidos.

Los principios alimenticios en las raciones comunes de los rumiantes, son:

- Glúcidos (70 – 75% en base seca) están generalmente comprendidos en la fracción “fibra cruda” y no estructural, que constituyen la fracción de los “extractos no nitrogenados”.
- Prótidos (10 – 18% en base seca), como prótidos crudos (nitrógeno total x 6,25).
- Lípidos (3 – 4% en base seca) o extracto etéreo.
- Minerales como potasio, sodio, calcio, etc. en menor proporción, así como oligoelementos y vitaminas.

En los procesos de degradación intervienen: Los glúcidos, prótidos, ácido acético, láctico, propiónico, minerales etc.

a. Glúcidos

Son los más abundantes; la acción bacteriana es más intensa sobre ellos, siendo los principales abastecedores de energía.

Debe tenerse en cuenta la velocidad con que son degradadas las diversas formas, como distintas son las cantidades de glúcidos que se escapan del rumen.

La celulosa y hemicelulosa se pierden casi en su totalidad, sólo los sencillos procesos fermentativos en el ciego pueden reducir esta pérdida (90 – 95 por ciento del total ingerido viene fermentada en el rumen).

Los almidones y azúcares más sencillos se utilizan bien en el intestino sin pérdidas; sin embargo, para los almidones es posible que haya un límite por la poca acción amilásica del jugo pancreático de los rumiantes (por esto se sugiere el uso de tampones intestinales





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



como carbonato de calcio y magnesio, que acercan el pH de 6.8 – 7.0 y favorecen dicha acción amilásica), mientras que para la sacarosa **n** existe en los rumiantes la enzima específica (sacarasa). Por esta razón, las cantidades elevadas que escapan del rumen tienen acciones laxantes. Esto significa que de la cantidad digerida, varía muchísimo la fracción degradada en el rumen (90 por ciento, y más cuando son pocas; cuando son abundantes se degrada del 30 – 50 por ciento y por tanto una buena parte se escapa del rumen).

De la descomposición de los azúcares en el rumen se obtienen principalmente Ácidos Grasos Volátiles (AGV), ácido acético, propiónico y butírico que el animal absorbe ya en el rumen (70 – 75 por ciento) y en el omaso (20 por ciento). Por lo tanto, resultan gran parte de los sustratos liberadores de energía, representados en el rumiante por los ácidos grasos volátiles (65 por ciento), mientras que en los monogástricos están representados por los glúcidos.

El destino metabólico de estos ácidos, y por lo tanto de su rendimiento, es diferente. Debe saberse cómo la alimentación influye sobre esto.

b. Acido acético

Su concentración es máxima (70 por ciento del AGV) cuando prevalecen los forrajes. Los valores de pH óptimos se obtienen con concentraciones del 60 – 65 por ciento. En el rumen la fermentación, que es acética, conlleva una mayor pérdida de energía (por producción de metano) pero parece favorecida la eficiencia de la síntesis bacteriana de proteínas.

Cuando el ácido acético llega a la sangre como tal se utiliza después en los procesos de liberación de energía en las células, y para la producción de lípidos (también a nivel mamario). El aumento de la concentración de ácido acético es ventajosa en la vaca lechera en donde favorece el incremento de la grasa de la leche. En cambio, no lo es en animales de engorde porque causa menor rendimiento energético de la ración.

c. Ácido propiónico

Su producción crece al aumentar los concentrados (de 30 – 35 por ciento del total AGV, con respecto de lo normal que es de 18 – 20 por ciento).

El propiónico en relación con el acético en el rumen, conlleva a una menor pérdida de energía pero tiende a disminuir la eficiencia de la síntesis bacteriana de la proteína.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



También disminuye la digeribilidad de la celulosa. El propiónico en la sangre se transforma en glucosa y en el animal favorece la síntesis de los lípidos (no a nivel mamario) y su disposición en los tejidos de reserva.

La fermentación propiónica es favorable en los animales de engorde. Por encima de un cierto límite en la vaca lechera, disminuye la grasa y tiende a acortar la lactancia.

d. Ácido butírico

Normalmente representa del 9 – 12% del AGV, pero aumenta cuando hay abundancia de azúcares soluble, por ejemplo cuando se suministran pastos jóvenes, melaza, suero de leche, etc. Una vez en la sangre viene destinado a la síntesis de los lípidos (también en las mamas, por lo cual tiende a aumentar el tenor de grasa en la leche).

e. Ácido láctico

Está siempre presente en concentraciones mínimas, aumenta cuando predominan almidones o azúcares solubles, especialmente suministrados en alta cantidad. En estas condiciones, la microflora no logra transformarlo prontamente en propiónico.

El ácido láctico que en la sangre viene destinado a la síntesis de la glucosa, es escasamente absorbido por la pared ruminal, y su aumento conlleva a fenómenos negativos: Bloqueo de la actividad motriz del rumen, inapetencia, formación de sustancias tóxicas, variación de la microflora.

El exceso de éstos tres AGV (acético < 50%) provocan peligrosas caídas del pH.

El aumento gradual de los concentrados corresponde a la doble exigencia de:

- Permitir la instalación de una oportuna y eficaz flora bacteriana.
- Consentir el desarrollo en número y dimensiones de las papilas, de forma que la capacidad de absorción del rumen se adapte a las cantidades notables de AGV producidas por la degradación de los glúcidos.

Los riesgos de acidosis se atenúan con:

- Aumento gradual de los concentrados.
- Suministro de 1 o 2 kg. de heno antes de cualquier otro alimento “especialmente concentrado”.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- Dosis de comidas pequeñas y frecuentes.
- Adopción de TMR.
- Almidones más lentamente fermentables por las bacterias ruminales (maíz comparado con trigo y cebada, granos rolados o machacados con respecto a los finamente molidos).
- Suministro de bicarbonato de sodio (hasta 150 – 200 g/día.).

Se debe recordar que:

- Para la máxima actividad de la microflora ruminal debe haber siempre una cantidad presente de azúcares (alta fermentación).
- La fermentación propiónica se ve favorecida por los glúcidos fácilmente degradables.
- Para una máxima eficiencia de las fermentaciones rumiales de la vaca lechera, gran parte de los almidones tiene que ser utilizados en el rumen y sólo una modesta cantidad en el intestino.
- Si una parte de almidones y azúcares (sacarosa) llega al intestino, se puede tener una pérdida de energía todavía mayor que la ligada a la actividad bacteriana. Una fracción de los almidones puede inutilizarse también, en ésta parte debe ser eliminada sin digerir en las heces (fenómenos diarréicos).
- Una excesiva descomposición de los almidones en el intestino hasta la glucosa, puede permitir una elevada absorción de éste azúcar. La consecuencia es similar a la de una excesiva producción ruminal de ácido propiónico: disminuye la grasa de la leche.
- Alimentos que contienen ácido láctico pueden suministrarse sin consecuencia negativa, teniendo en cuenta que el suministro gradual permita la instalación de un número suficiente de bacterias utilizadoras de ácidos.

f. Péptidos:

En éste grupo se hallan comprendidas las sustancias nitrogenadas; en algunas condiciones es suficiente que liberen amoníaco para obtener la síntesis de las proteínas por parte de las bacterias.

Como hemos dicho anteriormente, si los glúcidos son fermentados por bacterias para obtener la energía necesaria para la síntesis, las sustancias nitrogenadas aportan (directa o indirectamente) los aminoácidos para tales síntesis (función plástica).

De aquí la estrecha interdependencia entre fermentación y síntesis de proteínas, por lo tanto, la necesidad de su coordinación en el tiempo y la disponibilidad recíproca (inútil excederse con el uno o con el otro), teniendo en cuenta los tiempos de degradación de las diferentes clases de glúcidos y péptidos.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Así las cosas, hay que recordar que el 70 – 75% de las proteínas alimenticias son degradadas a través de la población microbiana o de enzimas extra celulares de origen microbiano, hasta obtener péptidos que posteriormente serán catabolizados en aminoácidos y finalmente amoníaco y quetoácidos, necesarios para su crecimiento y proliferación.

Por lo tanto, los aminoácidos liberados se utilizan por las bacterias tal cual y después que ha sido quitado el amoníaco, para poder ser utilizado nuevamente para la síntesis de los aminoácidos y formar sus proteínas.

La tasa de degradación ruminal de los constituyentes proteicos alimenticios depende de dos factores:

- Del conjunto de características de éstos constituyentes que determina su sensibilidad y su accesibilidad a las enzimas microbianas extra celulares, es decir, dependen de su fermentabilidad.
- De la intensidad y duración de éstas acciones enzimáticas.

Se puede afirmar que dichos constituyentes nitrogenados se degradan, más intensamente y en general, tanto más rápidamente ellos sean más accesibles y menos resistentes a las enzimas microbianas.

El producto principal de las degradaciones proteicas es el amoníaco. El amoníaco presente en el rumen puede derivar la hidrólisis de la proteína alimenticia o la descomposición de la urea presente en la saliva. Por lo tanto, en el rumen puede utilizarse otra fuente de nitrógeno como la urea, sales de amonio, entre otros. En tal caso, la parte restante de los aminoácidos (las cadenas de carbono específicas y el azufre) deberán disponerse de otro modo, las primeras proporcionadas por los glúcidos fermentables y el azufre, agregando sulfatos para tener una relación S : N cerca de 1 : 14.

En la práctica, no se puede pensar en utilizar sólo formas de nitrógeno no proteico, porque las bacterias necesitan por lo menos 25% de aminoácidos preformados, o bien, porque la síntesis sería insuficiente respecto de la exigencia del animal.

En todo caso, el problema para las formas nitrogenadas es su liberación en el rumen, que debe ser gradual porque el amoníaco, si no se utiliza rápidamente por las bacterias, es absorbido por las paredes del rumen para quitarle la toxicidad en el hígado con una sobrecarga de trabajo (por encima de ciertos límites se escapa también del hígado provocando fenómenos de intoxicación y muerte).

Por eso, la urea tiene que ser repartida en muchas comidas diarias.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



El obstáculo del aumento excesivo de amoníaco en el rumen, y por lo tanto de su pérdida con posibles anomalías hepáticas, existe cuando el elevado aporte de proteína verdadera requerido por animales muy productivos, se hace con proteína altamente degradable; por lo cual, no son procesadas más de lo que las bacterias pueden sintetizar.

En este caso resulta útil evaluar la capacidad máxima de síntesis de las bacterias; en promedio 187.5 g. de proteína/kg. de sustancia orgánica degradada en el rumen (sustancia orgánica degradada en el rumen que se evalúa alrededor del 65% del total digerida pero varía entre 50 – 85%).

Sin embargo, hay que precisar que las bacterias contienen el 50% de proteína en base seca, el cual sólo el 80% está formado por aminoácidos y de éstos el 70% es absorbido por el intestino. De los 187.5 g. el 56%, es decir, 105 g serán absorbidos como aminoácidos.

De aquí surgen algunas consideraciones como:

- La cantidad de proteínas bacterianas sintetizadas depende de la disponibilidad de energía para fermentar en el rumen.
- La cantidad de proteína alimenticia degradada en el rumen debe aumentar con el incremento de la energía de la ración. En condiciones alimenticias normales, la dosis de proteína alimenticia que tiene que ser degradada para proveer el nitrógeno necesario, es igual a la incorporada por las bacterias. Por lo tanto, tendrá que crecer paralelamente con la intensidad de los procesos fermentativos (del ejemplo anterior, 187.5 g/kg. de sustancia orgánica degradada en el rumen, aunque una parte de las proteínas degradadas se pierde cuando es absorbida como amoníaco en las paredes del rumen. Se supone que esas pérdidas se compensen por la urea hepática que directamente, o mediante saliva, regresa al rumen.
- La cantidad media de proteínas producidas por las bacterias (con un valor biológico elevado y constante, independientemente del origen alimenticio), unido al 25 – 30% de las proteínas contenidas en los alimentos y que no han sido degradadas (proteína By-Pass), es suficiente para cubrir las necesidades de una vaca lechera con 30 – 35 litros de leche/día.
- El uso de proteínas con menor degradabilidad que el promedio (alimentos tratados con formaldehído o con calor, harina de pescado, etc.) tiene un significado para animales que superan las producciones medias; o cuando los alimentos básicos son de elevada degradabilidad por ejemplo, el pasto fresco en pleno estado vegetativo.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- Cuando la producción es muy baja (inferior a 10 Litros), todas las proteínas calculadas por la exigencia del animal son degradadas para satisfacer las necesidades bacterianas de amoníaco. Pero como es difícil conseguirla en la naturaleza, puede agregarse urea u otra forma de nitrógeno no proteico (sobre todo si los forrajes son con proteínas de baja degradabilidad, como maíz, pasto verde con un estado adelantado vegetativo, alfalfa deshidratada).

El conjunto de las proteínas bacterianas y alimenticias no degradadas que pasa por el abomaso y el intestino, sufre los mismos procesos digestivos (hidrólisis y absorción) que se encuentran en los monogástricos, son absorbidos como aminoácidos y ninguna diferencia metabólica se da respecto de los monogástricos. También las bacterias tienen aminoácidos en proporciones óptimas; solamente las vacas de alta producción de leche sufren de un aporte insuficiente de aminoácidos limitantes como metionina, histidina, fenilalanina, triptofano; en tal sentido es el uso de dichos aminoácidos en forma protegida (jabones de calcio) para sobrepasar el rumen.

g. Lípidos

Tienen una escasa importancia en el rumiante porque están presentes en cantidades moderadas (2 – 4% de la materia seca). Se desdoblán en glicerina y ácidos; la primera se utiliza en los procesos fermentativos, mientras que los ácidos grasos son hidrogenados eventualmente si no están saturados por las poblaciones microbianas. Las grasas presentes en los derivados de los ruminantes (leche y carne), son pobres de ácidos grasos poli-insaturados que normalmente los monogástricos extraen de los alimentos vegetales, pero en el caso de los ruminantes vienen modificados en el rumen.

Los ácidos grasos modificados de cadena larga no pueden ser absorbidos por la pared del rumen y por lo tanto son utilizados por el rumiante en diversas maneras. La mayor parte se encuentran ligados a las partículas alimenticias y pueden pasar al abomaso. Es posible que utilicen una parte la utilicen los microbios que los incorporan a sus lípidos, y otra parte de estos ácidos grasos pueden reaccionar con cationes para formar jabones que llegando a un ambiente ácido, como en el abomaso, se hidrolizan de nuevo con la liberación de ácidos grasos.

Hoy en día se nota un mayor uso de grasas en las raciones de las vacas de alta producción de leche para reducir el uso de almidones y aumentar la energía según el peso (alrededor de 2.2 veces más con respecto a los glúcidos), siendo problemático hacerle ingerir una cantidad suficiente de alimentos. En éstos casos se ha observado, que es conveniente sobrepasar el rumen, principalmente por dos razones:





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- La elevada cantidad de grasa, especialmente triglicéridos con ácidos grasos de cadena larga e insaturados, interactúan negativamente con la actividad de bacterias celulolíticas. Luego, la menor digestibilidad de los forrajes y el aumento del ácido propiónico causa en las vacas una reducción de grasa en la leche (en tal reducción parece que intervienen las mamas, en cuanto que la elevada cantidad de ácidos grasos de cadena larga parece inhibir la síntesis de otros ácidos por parte de la misma glándula).
- En algunos casos quizá sea útil modificar la composición de la grasa de la leche, enriqueciéndola con ácidos grasos poli-insaturados con efectos favorables desde lo nutricional (ácidos grasos esenciales) ó tecnológico (mantequilla blanda ó dura).

h. Minerales

Para que la gran actividad de síntesis se desarrolle eficazmente es necesario que la flora microbiana se halle en condiciones idóneas. Además, de las condiciones ambientales, nivel de pH ruminal adecuado, los minerales deben satisfacer sus necesidades primarias energéticas y nitrogenadas; es decir, tener a disposición energía bajo forma de ATP y amoníaco.

De igual manera, es necesaria la presencia de diversos elementos minerales, aunque indistintamente desarrollan un papel de importancia primaria en el rumen, manteniendo las condiciones fisicoquímicas para el normal desarrollo bacteriano (por ejemplo, el pH y la presión atmosférica cuyas variaciones son muy sensibles las bacterias, que vienen regulados en gran parte por la presencia de minerales como sodio, potasio y fósforo). Así las cosas, los macros y microelementos esenciales para el animal son también para las bacterias en la misma medida.

Recordemos algunas peculiaridades:

- Acerca de algunos elementos, existe en el rumen una demanda superior a la que aportan los alimentos. En éste caso el animal suple tales demandas con la saliva (buena parte de éstos elementos son recuperados en el intestino, hablamos de reciclaje), es el caso del sodio y del fósforo, útiles para mantener el pH a niveles óptimos y para la síntesis bacteriana.
- El azufre es necesario para sintetizar los aminoácidos azufrados, en la relación 1 : 12-14, entre azufre y nitrógeno; se le agrega a la ración sólo cuando se utiliza nitrógeno proteico.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- El cobalto le sirve a las bacterias para la síntesis de la vitamina B₁₂ que el animal verdaderamente necesita.
- El fósforo presenta una parte esencial de la estructura celular de cada ser viviente, y es un elemento de todas las fases del metabolismo energético celular. La disponibilidad de fósforo es esencial para una eficaz actividad de síntesis.
- Los seres vivos y los microorganismos del rumen necesitan minerales y oligoelementos que les ayudan a su desarrollo en condiciones normales. Si uno o más de esos minerales se hallan ausentes o presentes en cantidades insuficientes, la cuota de crecimiento y la producción microbiana serán influenciadas negativamente. Debe señalarse que en el rumen se puede realizar la absorción de algunos minerales en condiciones desfavorables.
- Un anómalo funcionamiento del rumen, especialmente si va acompañado de excesivo amoníaco y potasio, reduce la absorción del magnesio. Éste elemento es absorbido sobre todo el rumen y omaso, así se explican los fenómenos patológicos de la tetania del pasto (enfermedad que surge en éstas condiciones y no por falta del elemento en los alimentos únicamente).
- Entre azufre, cobre y azufre, cobre molibdeno, o bien entre fósforo y hierro, cobre, zinc y manganeso, se forman compuestos quelatados que no pueden ser absorbidos por el animal. Este fenómeno puede acarrear consecuencias negativas (por falta de uno o más elementos), pero también positivas (se impide la absorción de eventuales excesos de cobre y molibdeno que podrían provocar consecuencias negativas al animal). Luego de éste trabajo fermentativo, la flora microbiana tiene a disposición energía (ATP), amoníaco, y cadenas carbónicas para poder desarrollar una segunda y esencial función que es la actividad de síntesis.

2. Actividades de Síntesis

• **Síntesis de las proteínas bacterianas:**

Los microorganismos del rumen sintetizan las proteínas a partir del amoníaco y de los aminoácidos presentes en el líquido ruminal. Utilizan la energía del ATP liberada durante la fermentación de los diversos principios alimenticios.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



La cantidad de proteína microbiana sintetizada está estrechamente ligada a la disponibilidad de energía para las bacterias.

La proteinogénesis bacteriana es un proceso oneroso desde lo energético, por cuanto las bacterias son capaces de sintetizar sus proteínas específicas a partir del nitrógeno amoniacal. La larga síntesis de proteína bacteriana es de interés gracias a la capacidad bacteriana de formar aminoácidos esenciales, es decir, producir proteína de elevado valor biológico.

Síntesis de glúcidos

La masa de protozoos y bacterias presentes en el rumen están en capacidad de sintetizar los glúcidos, es decir, asimilar las agregaciones de glucosa definidas como amilopectinas que prestan la función de reserva. Esta síntesis es más importante cuando más rica es la ración de glúcidos rápidamente fermentables.

La proporción en la célula bacteriana de los glúcidos de reserva es altamente variable y puede oscilar entre cero y el 20 – 25%.

Síntesis de lípidos

La síntesis de los lípidos por parte de las células microbianas es un fenómeno de escasa importancia. La flora microbiana está capacitada para sintetizar sus propios lípidos, a partir de los ácidos grasos liberados después de la hidrólisis de los lípidos alimenticios.

Conclusiones

De los complejos fenómenos que intervienen dentro del aparato preestomacal de los rumiantes (rumen, retículo y omaso), podemos traer una conclusión: **la población ruminal es la que alimenta al animal huésped.**

El rumiante vive y se nutre a costa de la población microbiana, sustrayendo principalmente ácidos grasos volátiles que utiliza como fuente energética, aminoácidos y vitaminas. El rumen es el que tiene que ser alimentado por nosotros y de su perfecto funcionamiento depende la productividad y un óptimo estado de salud del rumiante.

Ahora sí, se puede abordar el tema del presente artículo, es decir, si los alimentos concentrados contribuyen a aumentar la proteína de la leche y si esto es cierto, de qué manera se puede hacer.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Una primera respuesta nace de la lectura de todo lo antes mencionado. Los concentrados por sí mismo, separando la ración correcta que los animales tienen que ingerir en relación con las necesidades nutricionales de los mismos, pueden no tener algún efecto sobre la cantidad y la calidad de las proteínas presentes en la leche.

Para obtener una respuesta económicamente ventajosa, se necesita que los concentrados estén correctamente formulados dentro de un programa alimenticio definido, en relación con las exigencias fisiológicas y productivas de los animales, y además, por el sistema técnico y de manejo de finca.

El potencial productivo de la vaca lechera, es decir, el límite de leche que el animal puede producir, depende de su patrimonio genético.

Las producciones teóricas se obtienen sólo si el animal está en las condiciones óptimas para expresar su potencial.

Entre las condiciones ambientales que hay que satisfacer, una adecuada alimentación resulta particularmente importante en cuanto tiene que asegurar la correcta relación cuali-cuantitativa de energía y los principios nutricionales que el animal necesita para mantenerse en salud y dar las producciones esperadas. Una correcta ración parte del conocimiento de las necesidades de la vaca y de los aportes nutricionales de los alimentos que se tienen a disposición.

El total de las necesidades se obtiene al combinar los alimentos de diversas manera. En el caso de la vaca lechera se habla de una ración “base” de forraje (pasto, hierva verde, heno, ensilaje, etc.), completada por alimentos “concentrados”, éstos concentrados simples se caracterizan por una elevada concentración de energía y proteína.

La ración óptima tiene que:

- Garantizar la salud de los animales.
- Cubrir las necesidades para obtener las producciones deseadas.
- Valorizar los forrajes de la finca.
- Ser económica.

En éste punto interviene el concepto de optimizar, es decir, realizar una selección entre los varios alimentos que, además de cubrir las necesidades, responda a un criterio preestablecido como primario. Al tener en cuenta el potencial productivo de la vaca, respetando la fisiología y la salud del animal, el criterio fundamental es el de la economía de la ración. La definición de ración es la combinación de alimentos suministrados a la vaca en las 24 horas, para cubrir sus necesidades en cantidad compatible con su capacidad de ingestión.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Influencia de la alimentación sobre el tenor proteico de la leche

Los factores que influyen en el nivel proteico de la leche son múltiples e incluye la genética, el estado de lactancia, el nivel de producción láctea, la edad de la vaca, el medio ambiente, el estado de salud del animal.

La variación de la composición de la leche se atribuye en un 55% a factores hereditarios, mientras que el 45% restante a factores ambientales relacionados con su alimentación.

Normalmente las proteínas de la leche presentan durante la lactancia una curva semejante a la de la grasa, es decir, inversamente proporcional a la producción.

Para la síntesis de las proteínas lácteas en la glándula mamaria se requiere energía y aminoácidos. Solo una pequeña cantidad de proteína de la leche pasa directamente de la sangre al fluido, mientras que la parte más conspicua es sintetizada exclusivamente por la glándula mamaria.

Los aminoácidos necesarios para la síntesis proteica de la leche, llegan a la leche a través de la sangre, mientras que algunos aminoácidos no esenciales pueden ser sintetizados en la glándula mamaria.

El porcentaje de proteínas de la leche continúa el mismo camino del porcentaje de grasa, Medianamente los incrementos en la rata de proteína corresponden a una tercera parte del aumento lipídico de la leche. Las correcciones de tipo alimentario que se hagan para incrementar la grasa de la leche, aumentarán también el contenido de proteína.

En particular, la energía de la ración puede incidir sensiblemente en el nivel proteico de la leche. Un aporte energético inferior a las necesidades puede influir directamente en una baja en el porcentaje proteico; defecto que es más evidente frente a una deficiencia proteica de la ración. En el caso contrario, el suministro de energía alimenticia superior a las necesidades tiende a aumentar el nivel de proteína de la leche; en cambio, no ocurre lo mismo para la proteína alimenticia, se debe agregar a ésta más de los requerimientos que lleva a una variación positiva en la cantidad de leche producida pero no en el porcentaje relativo de proteína. (Wu et. al., 1995).

Para maximizar la producción de proteína se necesita disponer de una adecuada estrategia:





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- Formular una ración adecuada.
- Maximizar la ingestión de la materia seca.
- Monitorear constantemente la composición de los elementos de la ración con un análisis apropiado.
- Disponer de un forraje de buena o alta calidad, sino se tiene se debe comprar.
- Aportar con la alimentación cantidades correctas de energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas.

Maximizar la Ingestión

La importancia de que la vaca ingiera la mayor cantidad posible de materia seca, nace de la necesidad de entregar suficientes cantidades de energía en relación con la producción, particularmente elevada durante el inicio de la lactancia. Un animal que recibe la cantidad justa de energía, gana rápidamente el peso perdido, mejora el grado de condición corporal y produce una leche con tenores de grasa y proteína correctos. Un aumento en la ingestión de materia seca por encima de las necesidades, incrementa el tenor de proteína láctea en 0.2 – 0.3 puntos porcentuales (%). Ciertamente esto es debido al aumento de energía ingerida. Las vacas con alta capacidad de producción deben estar en condiciones de ingerir materia seca en la relación 3.6 – 4% de su propio peso. Si el consumo desciende por debajo de 3.4 – 3.5%, los animales podrán tener serios problemas. Los mejores resultados, en lo que respecta al contenido de tasa butírica y proteica de la leche, se han obtenido con raciones que tienen una relación forraje/concentrado igual a 45-50 /55-50.

CNE (Carbohidratos no estructurales)

Una dieta balanceada comprende el mantenimiento de una adecuada relación forraje/ concentrado y de un correcto aporte de carbohidratos no estructurales. CNE incluye: almidones, los azúcares y las pectinas.

El contenido de CNE se calcula de la siguiente manera:

$$\text{CNE} = 100 - (\text{proteína cruda} + \text{fibra neutro detergente} + \text{grasa} + \text{minerales})$$

El contenido de CNE en la dieta debe oscilar entre el 30 – 40%. Una dieta con una alta cantidad de forraje de óptima calidad y con una dosis mínima de concentrado energético (cereales), puede resultar deficiente de CNE. Cuando la dieta contiene adecuadas cantidades de CNE, el contenido proteico y lipídico de la leche puede aumentar, mientras que un exceso conlleva a una depresión del contenido lipídico cercana a una unidad porcentual o más; así aumenta el contenido de proteína en la leche de 0.2 – 0.3 unidades.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



También los procesos tecnológicos a los cuales se someten los concentrados pueden incidir en la composición de la leche, por ejemplo, los granos de maíz triturados pueden aumentar la proteína en el fluido, mientras que la avena produce una disminución de la proteína de 0.2 puntos porcentuales frente a una alimentación con cebada. En general se puede afirmar que la cebada triturada o machacada y el maíz molido, cuando se dan en exceso, pueden ocasionar un decrecimiento rápido en el contenido de grasa. Los subproductos fibrosos como la cascarilla de soya pueden sustituir limitadamente los cereales, reduciendo la importancia de la disminución del contenido de grasa.

Necesidades de fibra

Las necesidades de la vaca lechera de fibra, comprenden la concentración de ésta en la dieta, también cuenta el tamaño de la partícula de la misma, elemento importantísimo para mantener la eficiencia de la fuente de fibra en la estimulación de la rumia, en la producción de saliva y el mantenimiento de los parámetros típicos de la composición de grasa y proteína en la leche. El nivel mínimo de fibra detergente ácido (FDA) requerido en una ración media es del 19 – 21% sobre la materia seca. Mientras la fibra detergente neutra tiene que estar alrededor del 26 – 28%. Por debajo de éstos niveles corre el riesgo de sufrir acidosis, trastornos metabólicos, reducciones en el consumo, enflaquecimiento, entre otros.

También una fuente de fibra excesivamente fina provoca una disminución severa de grasa y un aumento del 0.2 al 0.3% en el contenido de proteína, sin embargo, no es aconsejable recurrir a la molienda de la fibra para aumentar el contenido de proteína en la leche.

Necesidades proteicas

Satisfacer completamente las necesidades de proteína, sea la soluble, la By-Pass, resulta esencial para mantener el contenido proteico. La urgencia de proteínas By-Pass en una vaca de mediana producción oscila entre el 28 – 35% de la proteína cruda ingeridas.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Tabla 2.
Parámetros que influyen en la producción de sólidos en la leche
(de R.Grant, 19998)

PARÁMETROS	%GRASA LECHE	%PROTEÍNA LECHE
Ingesta máxima	Aumenta	Aumenta 0.2-0.3 UN.
Aumento de ración con granos	Aumenta 0.2 – 0.3	Aumenta pero poco
Suplemento energético	Disminuye	Aumenta 0.1-0.2 UN
Alto contenido de CNE ¹ (>45%)	Disminuye 1% o más	Aumenta 0.1-0.2 UN
Contenido de CNE (30-40%)	Aumenta	No cambia
Nivel excesivo de fibra	Aumento marginal	Disminuye 0.1-0.4%
Nivel bajo de fibra (<26% FND)	Disminuye 1% o más	Aumento 0.2-0.3 UN
Partículas cortas de fibra larga	Disminuye 1% o más	Aumento 0.2-0.3 UN
Alta proteína en la dieta	Ningún efecto	Aumenta si la dieta es deficiente
Bajo nivel proteico	Ningún efecto	Disminuye si la dieta es deficiente
Proteína By-Pass (33-40% de la proteína cruda)	Ningún efecto	Aumenta si la dieta no es deficiente
Grasas agregadas (>7-8%)	Variable	Disminuye 0.1-0.2 UN

CNE = Carbohidratos no estructurales.

FND = Fibra neutro detergente.

UN = Unidades

Conclusiones

El examen, no ciertamente a profundidad, de la interacción entre el uso de concentrados en el nivel proteico de la leche, ha puesto en evidencia que éstos vuelven necesarios cuando se quiere lograr un estándar cuantitativo de producción de leche económicamente aceptable. Los resultados productivos que se puedan conseguir no vienen del uso en sí de los concentrados, sino, si éstos entran en una dieta formulada para satisfacer las





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



necesidades de un animal en relación con su potencial productivo. En cambio, las modalidades y la intensidad de las fermentaciones ruminales, y en particular la cantidad y la relación de las concentraciones de AGV, influenciados a su vez por la naturaleza y proporción de forraje y concentrado suministrado con la ración, son las verdaderas causas que determinan las variaciones cualitativa y cuantitativamente de la producción láctea.

El estudio sistemático y profundo de la fisiología del rumen, además de la profundización del conocimiento de la constitución de los alimentos que hacen parte de la ración, y una mayor colaboración entre los productores, veterinarios y nutricionistas, llevarán ciertamente a un progreso mayor en el sector de la cría y producción lechera.

En particular, parece oportuno considerar la posibilidad de un mayor y adecuado uso de los programas de elaboración electrónica de las raciones; sobre todo los que le dan prioridad al aspecto económico de las fuentes de energía utilizables, de tal forma que den al productor lechero una alternativa apropiada y coherente con las fuentes técnico - económicas y el grado de administración que se dispone.

Bibliografía

Grant, R, 1998. University of Nebraska – Lincoln

Wu Z et. al. 1995. J. Dairy Sci. 78 (Suppl. 1):266

Van Soest,P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca

Centro Ricerche Produzioni Animali, 1990 Razione- programma per il razionamento dei bovini da latte.
Reggio Emilia

Fox D.G., Van Soest C.J., O'Connor D.J., Russel J.B., Van Soest P.J., 1998- The Cornell net carbohydrate and Protein system for evaluating cattle diets. Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, N.J.

