

# DIGESTIÓN RUMINAL ASPECTOS CONCEPTUALES E IMPLICANCIAS PRACTICAS

Ings. Agrs. F. J. Santini\* y I. C. Elizalde\*\*. 1994. Crea, Suplementación de vacunos, Cuaderno de Actualización Técnica 53:10-16.

\*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria E.E.A. Balcarce.

\*\*Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Balcarce.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Manejo del alimento](#)

## INTRODUCCIÓN

El aporte de nutrientes en el vacuno depende en gran medida de la actividad de la población microbiana de su rumen. Los sustratos degradables de los alimentos son fermentados por los microorganismos, y los productos finales de la misma son absorbidos a través de las paredes del rumen. Junto a este proceso las bacterias se multiplican generando una masa microbiana que luego es degradada cuando arriba al intestino delgado.

Es importante tener en cuenta que más del 60 % del total de la energía requerida por el rumiante para mantenimiento y producción es generada a nivel ruminal, y que entre el 70 y 80 % del total de proteína útil para el crecimiento y producción es sintetizada en el rumen por los microorganismos. Esto nos indica claramente la importancia del rumen en la alimentación de los vacunos en pastoreo.

## EL RUMEN

Normalmente nos referimos a él como a una gran cuba de fermentación ya que el contenido de éste, en condiciones normales, representa más del 17 % del peso vivo del animal. La actividad de fermentación es realizada principalmente por bacterias y protozoos de distintos géneros y especies, al cual se agregan levaduras y hongos de reciente descubrimiento. Estos degradan distintos sustratos dando origen a los ácidos grasos volátiles, nitrógeno amoniacal, materia orgánica microbiana, ácido láctico, gas, etc. (Fig. 1). La cantidad de estos microorganismos en el rumen depende del régimen alimenticio al que es sometido el animal (tipo de dieta, frecuencia de alimentación, nivel de consumo, etc.).



- El rumen posee una serie de características que favorecen el crecimiento de los microorganismos tales como:
- Concentración de sustrato continua: esto es así siempre que el animal ingiera alimentos en forma frecuente.
  - Cambios en el tamaño de partículas: a través de la rumia las partículas ingeridas disminuyen su tamaño hasta lograr pasar el orificio retículo-omasal.
  - Control del pH: el pH del rumen es uno de los factores del ambiente ruminal más variables, siendo afectado por la naturaleza del alimento, forma física del mismo, cantidad ingerida, etc. El pH del rumen es controlado por el ingreso de saliva (poder neutralizante) y por la absorción y pasaje a través de las paredes ruminales de los productos finales de la fermentación.
  - Provisión de nutrientes: a través de la saliva, de descamaciones epiteliales y del pasaje a través de las paredes ruminales se aportan nutrientes para el crecimiento bacteriano, tales como urea, fosfatos, etc.
  - Eliminación de los productos finales de la digestión: ésta es la gran diferencia entre el rumen y un silaje. En el primer caso los ácidos grasos volátiles, el ácido láctico, el amoníaco, etc., son eliminados por absorción o

pasaje, mientras que en el silaje todos estos productos se acumulan produciendo el detenimiento en la actividad de fermentación.

- f.- Eliminación por pasaje de la fracción no digerida: todo material que no ha sido fermentado en el rumen y que por ende no aporta nutrientes a las bacterias ruminales, deja el rumen por pasaje.
- g.- Mantenimiento de la anaerobiosis: los microorganismos que habitan el rumen viven y se reproducen en ausencia de oxígeno.

## DIGESTIÓN DE LOS ALIMENTOS

### HIDRATOS DE CARBONO DE LOS ALIMENTOS

Para comprender la actividad de las bacterias en el rumen es necesario conocer los distintos hidratos de carbono de los alimentos.

#### ESTRUCTURALES

**Celulosa:** Es la sustancia orgánica más abundante en el forraje. La disponibilidad de la celulosa para los organismos del rumen varía de 0 a 100 %, dependiendo del nivel de lignificación y el ambiente ruminal generado por la dieta, siendo el rumen el principal sitio de digestión.

**Hemicelulosa:** Puede ser definida como una mezcla heterogénea de compuestos de la pared celular, no solubles en agua. Constituye entre el 30 al 40 % de los hidratos de carbono totales. La digestibilidad total de este compuesto para distintos forrajes varía entre un mínimo de 52 % a un máximo de 84 %.

#### NO ESTRUCTURALES

**Almidón:** El almidón puede ser degradado tanto a nivel ruminal y transformando en ácidos grasos volátiles o en el intestino delgado por acción de las enzimas del animal, siendo glucosa el producto absorbido. La cantidad degradada en cada sitio es sumamente importante en relación a la eficiencia de utilización de la energía.

**Solubles:** Sustrato 100 % degradable en rumen.

### DEGRADACIÓN DE LOS HIDRATOS DE CARBONO EN EL TRACTO DIGESTIVO

La degradación y fermentación de los hidratos de carbono en el rumen ocurre esencialmente en tres pasos. El paso inicial consiste en la fijación de los microorganismos a las partículas del alimento. En el segundo paso se generan compuestos más simples. El paso final corresponde a la fermentación, dando lugar a los productos finales de la fermentación como los ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico).

### FACTORES QUE AFECTAN LA UTILIZACIÓN DE HIDRATOS DE CARBONO

Una buena actividad ruminal es esencial para lograr la máxima utilización de la energía contenida en la fracción potencialmente degradable de los alimentos.

#### 1.- Fermentación celulolítica o amilolítica.

Ambas son originadas por condiciones ruminales totalmente diferentes, respondiendo al tipo de alimento que ha sido suministrado al animal. Este tipo de respuesta a la alimentación está ligada fundamentalmente a la producción de saliva y al pH que se origina en el medio ruminal.

Una dieta alta en forraje produce un pH ruminal elevado (6,6-6,8), ya que induce a una gran actividad de rumia y alta producción de saliva, promoviendo el crecimiento de bacterias que digieren celulosa y hemicelulosa, cuyo producto final es el acético. Un alto nivel de concentrado determinará un pH bajo (5,8-6,0), lo que promoverá una actividad amilolítica con incremento marcado de producción de ácido propiónico y láctico.

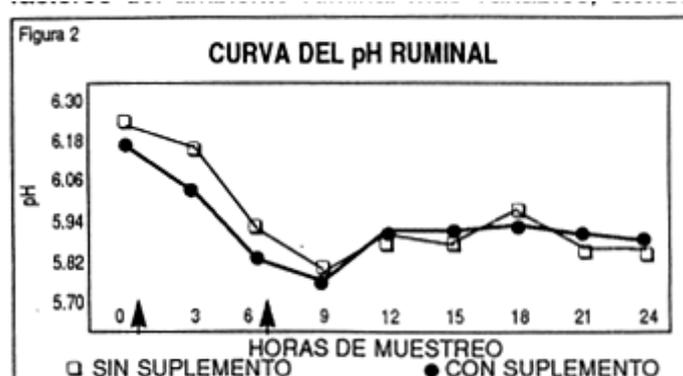
Si bien lo informado es lo que normalmente leemos en la bibliografía internacional, no es necesariamente lo que sucede en nuestros sistemas de producción basados en pasturas. De los trabajos realizados por el Grupo de Nutrición y Metabolismo del INTA de Balcarce surge que el ambiente ruminal de animales pastoreando praderas y verdes de alta calidad, es distinto del que según la bibliografía sería el ambiente ruminal óptimo para la digestión del forraje (6,5-6,8) y más bien reflejaría una situación semejante a la que se presenta en los animales estabulados con alto consumo de concentrados. En estos trabajos se observó que los pH ruminales estuvieron por debajo de lo que se considera óptimos para la digestión de la fibra (Cuadro 1), aun cuando los animales no fueron suplementados. Con consumos de grano por encima del 40 % se encontraron descensos de pH que estuvieron asociadas al nivel y tipo de concentrado (degradabilidad ruminal del almidón).

Cuadro 1 COMPOSICION DEL FORRAJE Y CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE RUMINAL BAJO PASTOREO					
	FORRAJES			RUMEN	
	%MS	%FDN	%PB	NH3mg	pH
Avena					
Avena sativa	23	46	22	16	5.92
Raigras					
Lolium perenne	20	43	19	22	6.08
Alfalfa					
Medicago sativa	23	45	24	42	6.10
RG maduro					
Lolium perenne	40	59	11	7	6.30
Festuca					
F. arundinacea	22	67	15	8	6.30
Agropiro					
A. elongatum	48	69	10	8	6.40

Balcarce, 1990

El suministro de concentrado en niveles del 30 al 35 % del total de la materia seca consumida, tiene un efecto positivo, es decir que favorece la digestión del forraje, denominándose a este efecto iniciador o "starter".

El uso de suplementos en cantidades no mayores al 30 % del consumo total de materia seca no redujo sustancialmente los pH encontrados con consumo exclusivo de pasturas. También se observaron grandes fluctuaciones de pH, en animales mantenidos en praderas o verdes de calidad durante todo el día (Fig. 2).



Esto indica claramente que pese a someter a los animales a una dieta homogénea, el medio ruminal varió. A medida que un rumiante es progresivamente alimentado con una dieta rica en concentrados la digestión de la fibra se puede ver afectada. Se sugiere que los valores óptimos de pH para la actividad celulítica se encuentran entre 6,5 y 7, reduciéndose entre el 65 a 80 % del óptimo con pH de 6,4. Como se comentó anteriormente estos pH son más altos que los encontrados en pastoreo. En sistemas pastoriles y sobre pasturas de buena calidad el responsable de ese ambiente es el consumo de forraje.

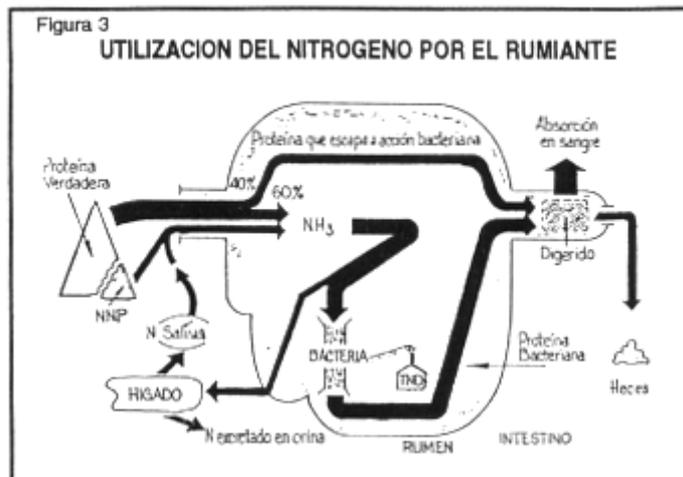
No solamente los cambios en la composición química del alimento pueden generar cambios en el tipo de fermentación, modificaciones en la forma física del alimento traen cambios a nivel de pH que se traducen en cambios en la proporción de los productos finales de la digestión. El tamaño de partícula afecta en forma directa la actividad de rumia e indirectamente la producción de saliva, afectando el medio ruminal (pH) y alterando la población de microorganismos en rumen.

Otro factor a tener en cuenta en la regulación de la fermentación ruminal es la frecuencia de alimentación, que tiene su influencia sobre el pH ruminal, la relación entre el acético a propiónico producido y la concentración total de ácidos grasos volátiles. En animales en pastoreo las variaciones del pH ruminal están asociadas al comportamiento ingestivo del animal. En pastoreo el animal tiene menor frecuencia de consumo, pero comidas mucho más grandes que los animales estabulados, generándose ambientes ruminales con variaciones diarias importantes en los parámetros ruminales, pese a tener disponible la misma dieta a lo largo del día.

### METABOLISMO PROTEICO

En rumiantes, al igual que en animales monogástricos, las necesidades de proteína son cubiertas por aminoácidos absorbidos por el intestino delgado. Estos aminoácidos son provistos en parte por la proteína

microbiana sintetizadas en el rumen y por la proteína de la dieta que escapa a la fermentación ruminal. En la Fig. 3 se muestra un esquema simplificado de la utilización del nitrógeno en los rumiantes.



Las bacterias para realizar la síntesis de proteína requieren de fuentes de nitrógeno, dependiendo la eficiencia de captación del nitrógeno amoniacal, de la energía disponible para los microorganismos. Esto es más importante cuanto mayor sea la cantidad de proteína que se digiere en el rumen, es decir de su degradabilidad.

También es importante considerar si la proteína microbiana sintetizada en rumen cubre los requerimientos del animal. Por ejemplo, las vacas lecheras y animales jóvenes en crecimiento tienen altos requerimientos y su producción depende de que cierta cantidad de proteína de la dieta pase el rumen sin degradarse, además de la fuente de proteína microbiana dependiente de la energía disponible en rumen.

### DEGRADABILIDAD DE LA PROTEÍNA EN LA DIETA

Las proteínas de la dieta pueden ser extensivamente degradadas y fermentadas en el rumen o pasar sin ser alteradas al tracto digestivo posterior. El grado de digestión proteica en el rumen varía en forma marcada, siendo las proteínas más degradables las de los forrajes de calidad. La gran mayoría de los estudios realizados han sido destinados a proteger la proteína con productos químicos como los tratamientos con formaldehídos para incrementar el flujo de proteína dietaria del duodeno.

La alta concentración de proteína en el forraje no siempre indica que el animal recibió la cantidad necesaria. Con especies forrajeras de clima templado y buen manejo, el contenido de proteína bruta puede estar en el orden de 19-35 % de la materia seca, que indudablemente está en exceso a los requerimientos en los animales. Sin embargo, numerosos trabajos muestran que en los animales consumiendo forraje de alta calidad la producción de éstos fue menor que la esperada. Esto se debe a que no toda la proteína consumida puede llegar al intestino. Si el contenido proteico es elevado gran parte de ésta se perderá al ser degradada en rumen sin la correspondiente síntesis bacteriana. Para entender la magnitud de estas pérdidas y las formas prácticas para atenuarlas, es necesario aumentar la síntesis de proteína microbiana ruminal, conociendo los factores que la afectan.

### SÍNTESIS PROTEICO-BACTERIANA

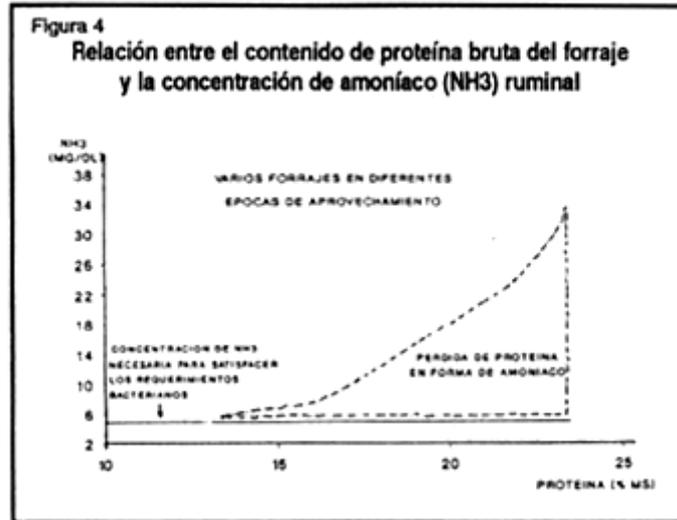
En un sistema microbiano anaeróbico, como es el rumen, la energía es el principal factor que limita el crecimiento microbiano, razón por la cual el suministro y la eficiente utilización de esa energía para la producción de proteína es de suma importancia. Para lograr una máxima eficiencia de síntesis microbiana, el nitrógeno y la energía disponible en el rumen deben estar balanceados.

### FACTORES QUE AFECTAN LA SÍNTESIS PROTEICA DEL RUMEN

#### a.- Fuentes de nitrógeno y concentración de amoníaco

Ha sido ampliamente reconocido que el amoníaco es el principal nutriente nitrogenado para los numerosos organismos del rumen. Para lograr el máximo crecimiento microbiano se requiere de una determinada concentración de amoníaco, que es de aproximadamente 5 a 8 mg/100 ml de líquido ruminal. Analizando la concentración de proteína en el forraje fresco y su efecto sobre la concentración de amoníaco en el rumen, vemos (Fig. 4) en nuestros trabajos en pastoreo, que hasta un 12-14 % de PB los niveles de amoníaco son de aproximadamente 5 mg/100 ml y de aquí en más se produce una explosión de amoníaco en rumen, debido a la

incapacidad de las bacterias por captarlo. Esto indica claramente una situación de desbalance energía-proteína a este nivel en pasturas con elevado tenor proteico.

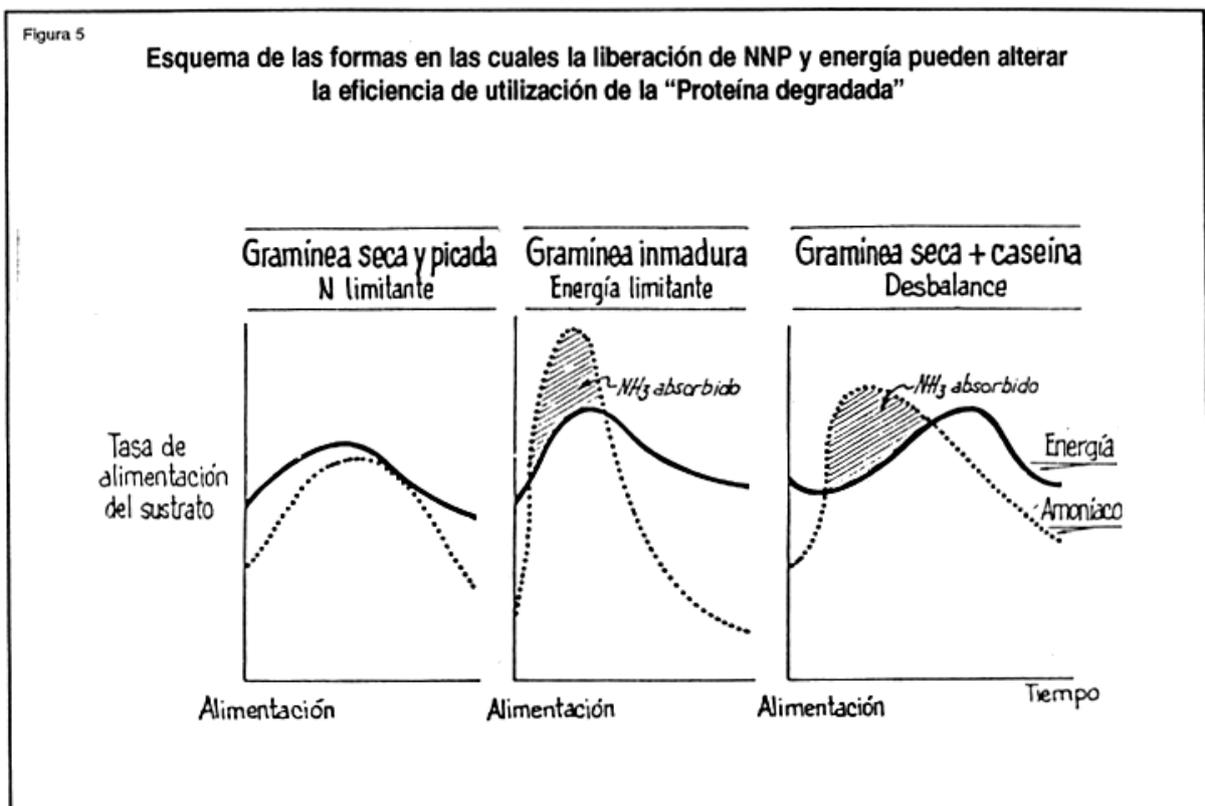


**b.- Fuentes de carbohidratos**

Los hidratos de carbono tales como azúcares solubles y algunos tipos de almidón son más efectivos que otros carbohidratos en incrementar la utilización de la proteína degradada, promoviendo un rápido crecimiento microbiano. Trabajos realizados en Balcarce muestran un incremento en la utilización del amoníaco con el uso de carbohidratos no estructurales (granos). Los valores de crecimiento microbiano evidencian que la utilización de nitrógeno por los microorganismos fue más eficiente y que la proteína bacteriana fue significativamente mayor cuando el nivel de carbohidratos no estructurales aumentó.

**c.- Eficiencia de captación del nitrógeno por los microorganismos según el tipo y frecuencia de alimentación utilizada.**

En la Fig. 5 se ejemplifican esquemáticamente los diferentes tipos de fermentación que pueden alterar la eficiencia de este proceso.



El gráfico (a) representa una dieta con forraje de baja calidad donde el nitrógeno es limitante (por ej. forraje seco, picado con un contenido de proteína bruta menor al 8-9 %). En este caso la degradación y posterior captación del nitrógeno por los microbios está bien equilibrada con la liberación de energía. En este caso, los microbios son capaces de capturar la mayoría de ese nitrógeno disponible.

El gráfico (b) representa una dieta de forraje fresco, con un alto contenido de proteína degradable. En este caso la liberación del nitrógeno es muy rápida, no habiendo liberación de energía con la misma velocidad. Como consecuencia, considerables cantidades de amoníaco son absorbidas directamente del rumen. Esta es la situación que se presenta en nuestros sistemas pastoriles.

El gráfico (c) representa la situación que ocurre cuando se suministran suplementos nitrogenados fácilmente disponibles (urea) a animales con una dieta base de forrajes de baja calidad. Se observa un desfase entre la rápida fermentación del suplemento proteico y la más lenta de la energía del forraje, con la consiguiente pérdida de nitrógeno amoniacal por absorción a través de la pared del rumen.

## USO PRÁCTICO DEL CONOCIMIENTO

Hasta ahora hemos descripto someramente el funcionamiento del rumen y la complejidad de las relaciones que ocurren entre el alimento, las bacterias y el animal. Este conocimiento es necesario para poder predecir cuál será la respuesta ante una alimentación dada o ante un cambio en la dieta. No necesariamente por el hecho de darle a un animal alimentos que nosotros creemos de buena calidad vamos a obtener una respuesta acorde. Ocurrencias de desbalances de energía y/o de proteína a nivel ruminal pueden generar respuestas productivas subóptimas. También debe considerarse que la escasez de algún nutriente para las bacterias, cambios frecuentes en los constituyentes de la dieta con la consecuente modificación del ambiente ruminal, variaciones marcadas en los niveles de suplementación de un día para el otro, etc., son causas que pueden disminuir la performance animal.

## CAMBIOS EN LOS CONSTITUYENTES DE LA DIETA

Una dieta puede estar constituida por uno o más alimentos, pero en los sistemas extensivos una pastura o pastizal es el único componente de la dieta. A medida que los sistemas se intensifican la dieta estará compuesta por varios alimentos. Si tomamos como ejemplo a un tambo (sistema más intensivo) normalmente la dieta está compuesta por 3 o 4 alimentos. Esto implica un acostumbramiento del animal y del rumen a estos alimentos cuando ocurren cambios en la alimentación, con la consecuente modificación en el comportamiento ingestivo. Esto puede conducir a una disminución en el consumo cuando los componentes de la dieta se modifican, sobre todo si no están bien balanceados o son mal suministrados.

Los cambios en el nivel y tipo de suplemento afectan el número y el tipo de bacterias y protozoarios en el rumen. Cuando un animal es sometido a un cambio de dieta, es necesario considerar un período de adaptación de los microorganismos ruminales a estas modificaciones. Este período es definido como período de estabilización o acostumbramiento. El tiempo de adaptación depende de cuán importante haya sido el cambio de parte de la dieta.

Sin embargo, son ampliamente aceptados períodos de acostumbramiento que varían entre 7 y 14 días para el rumen, existiendo un período de adaptación a nivel enzimático y hormonal que requiere de otros 4 a 7 días, una vez estabilizado el rumen. Por lo que el período total varía entre 11 y 21 días, dependiendo esto del grado de modificación de la dieta.

Como se comentó, no necesariamente la caída en consumo que se produce con un cambio en la dieta está explicado solamente por el cambio a nivel ruminal, sino que también habría un componente del animal de acostumbramiento al consumo asociado a palatabilidad, textura y estructura de los alimentos. Los tiempos de acostumbramiento son variables y dependientes de un gran número de factores. Existen numerosos ejemplos de caída de consumo y producción ante cambios en la dieta en vacas lecheras, ya que en estos sistemas el control sobre el animal es mayor que en la invernada, y la respuesta productiva suele ser inmediata. Esto es más difícil de ver en el caso de cambios bruscos de dieta en invernada, tanto sea en animales que se suplementan y se someten a cambios drásticos del nivel de suplementación o cambios en los períodos y momentos de pastoreos o de la cantidad consumida.

En trabajos experimentales realizados en Balcarce se observó que los animales suplementados tardaron entre 4 y 5 semanas en lograr los máximos consumos. Una interrupción de la suplementación de 10 días produjo una caída notable en el consumo total. Al recomenzar con la suplementación fue necesario un período de 4 a 5 semanas para lograr nuevamente los máximos consumos. Esto nos indica claramente la necesidad de mantener la dieta lo más constante posible a lo largo del tiempo y que los cambios de las mismas deben ser graduales.

Las suplementaciones deben programarse con el tiempo suficiente para que éstas se inicien en el momento adecuado y se prolonguen por períodos largos como para diluir el fenómeno de adaptación. Por períodos más cortos tal vez no tenga sentido hacerlas debido al tiempo de acostumbramiento al suplemento.

Las dietas tienen que ser estables, esto significa que debemos perturbar el sistema lo menos posible.

No podemos interrumpir una suplementación por que llueva o sea un día feriado. Todas estas perturbaciones se pagan con menor consumo y menor producción. Debemos tener en cuenta que si una determinada tecnología la adaptamos demasiado a nuestro sistema de producción (suplementar día por medio, no hacerlo los fines de semana) podemos perder la ventaja de la tecnología. Es importante enfatizar que toda tecnología puede ser modificada, pero depende de cuál es nuestro objetivo final. Si el objetivo es la máxima ganancia de peso o máxima eficiencia de transformación del alimento en producto animal, los límites de las modificaciones son muy estrechos. Si en cambio, estamos suplementando vacas de cría a mantenimiento, los cuidados a tener en cuenta son mucho menores.

Si se realiza una modificación del suplemento tanto en la cantidad como en sus componentes debe hacerse con períodos de adaptación a los mismos. Por ej., sustituyendo un grano o concentrado por otro con el correr de los días. Los cambios de pasturas si son equivalentes en calidad no requieren de acostumbramiento, pero es necesario considerarlo cuando las pasturas son muy diferentes. Por ejemplo, si se pasa de una pastura de leguminosas a un maíz en pie o viceversa, es necesario considerar algún tipo de acostumbramiento. Lo más conveniente es considerar la combinación de dietas antes que suministrarlos por separado y evitar así los acostumbramientos necesarios, por ej. el pastoreo por hora de una pastura y maíz, ya que la pastura aporta proteína y el maíz en pie la energía.

Dado que la concentración de nutrientes para las bacterias del rumen varía rápidamente, si se realizan estos pastoreos complementarios deben hacerse con la máxima frecuencia posible para lograr que los aportes de cada pastoreo puedan ser utilizados simultáneamente por los microorganismos. Si se hacen pastoreos por día, por ejemplo, 3 días en la pastura y 2 días en el forraje complementario, no se logra la superposición de los aportes que realiza cada recurso. Por lo tanto no se modifica la captación del nitrógeno, el crecimiento bacteriano, la tasa y la extensión de la digestión y de esta forma no se consigue lo que se busca, el aumento total de consumo. En condiciones de pastoreo la recomendación más acertada es la combinación de pasturas dentro del día y repartir los suplementos lo más frecuentemente posible. Un problema derivado de una incorrecta suplementación es la acidosis.

## ACIDOSIS

Los desórdenes ruminales son producidos por la imposibilidad de controlar en un lapso corto de tiempo el ambiente ruminal (pH, concentración de ácidos grasos volátiles). Estos desórdenes son el resultado de un cambio brusco del alimento o introducción de algún elemento al cual los microorganismos del rumen no están acostumbrados, produciéndose modificaciones descontroladas de la fermentación.

En un proceso de fermentación normal todas las variables están bajo control, siendo los productos finales de la fermentación de los hidratos de carbono los ácidos grasos volátiles, acetato, propionato, butirato y algunos otros de menor importancia. Bajo condiciones normales este ciclo funciona, no habiendo acumulación de productos intermedios. Sin embargo, ante el consumo de granos o concentrados en grandes cantidades y sin acostumbramiento previo, se produce una proliferación de microorganismos facultativos con gran generación de ácido láctico. Este ácido es mucho más fuerte que los ácidos grasos volátiles produciendo una caída brusca del pH. La caída del pH puede alcanzar valores de 4,5 a 5 produciendo daños en las paredes del rumen (paraqueratosis) y la muerte del animal por acidosis sistémica que impide el transporte normal de oxígeno por parte de la hemoglobina. También puede generarse una acidosis crónica, con pérdidas de performance por daños en la pared ruminal y caída en el consumo.

Este desorden puede producirse en el inicio de una suplementación grupal, donde es difícil controlar el consumo individual de los animales sin realizar acostumbramiento previo, o en la utilización de un cultivo de maíz en pie, donde si no se toman los recaudos correspondientes los animales seleccionan espigas.

## RELACIÓN SUPLEMENTO: FORRAJE BASE

La interacción de los distintos alimentos que componen una dieta genera efectos positivos o negativos. El primer caso se da cuando hay complementación, lográndose una dieta con una mayor digestibilidad que la sumatoria de las digestibilidades de sus componentes. En el segundo caso ocurre lo inverso.

Uno de los casos más comunes de efectos negativos se presenta cuando a una dieta fibrosa de baja calidad (pasturas maduras, pajas, rastrojos) se la suplementa con una fuente de hidratos de carbono rápidamente fermentable (granos de avena, trigo, melazas). Este suplemento provoca una depresión de la celulólisis, con una caída en el consumo total ya que la fibra permanecerá en el rumen ocupando lugar por más tiempo. Este efecto asociativo negativo está mediado por el cambio de pH y la disponibilidad de energía a nivel ruminal que afecta a las bacterias celulolíticas y permite la proliferación de bacterias que degradan el almidón (amilolíticas). En este caso ocurre una depresión de la digestión de la fibra y la consecuente reducción del consumo. Indudablemente el nivel de suplementación es un factor importante a tener en cuenta para reducir al mínimo estos efectos. Incluso una suplementación moderada (menos de 30 % del consumo total de MS) puede tener un efecto positivo sobre el

proceso de digestión, pero si se excede este nivel rápidamente se transforma en un efecto negativo. Para este tipo de dieta base de forraje de baja calidad la mejor suplementación es aquella que aporta el o los nutrientes faltantes para los microorganismos, como son, en primera instancia el nitrógeno (proteína) y en segunda la energía. Luego si suplementamos con una mezcla de grano con urea o una proteína verdadera (expellers de lino, girasol, etc.) aumentará la digestión total, sin disminuir la digestión del forraje base, aumentado la tasa y extensión de la digestión de la fibra y de esta forma se incrementa el consumo total. Este es un ejemplo de efecto aditivo.

En condiciones de pastoreo de forrajes de buena calidad la suplementación con concentrados en niveles del 30 al 40 % del consumo total de materia seca provoca una sustitución pero con adición. Significa que si bien el animal consume menos forraje (sustituye) el consumo total (forraje + concentrado) es mayor (adición). Esto se da porque el suplemento a estos niveles no modifica sustancialmente el pH del rumen, no afecta por ende a la relación nitrógeno y energía del rumen haciendo más eficiente el proceso de fermentación.

Hasta aquí se discutieron los aspectos básicos del proceso digestivo, con énfasis a la inclusión de suplementos en una dieta base de forrajes. Es indudable que la suplementación es una herramienta que puede potenciar la utilización del alimento base, pero siempre y cuando se tomen ciertas precauciones. Un correcto acostumbamiento a la dieta, así como el mantenimiento del suministro en forma continua, la elección del suplemento, son aspectos fundamentales para asegurar el éxito de la práctica.

[Volver a: Manejo del alimento](#)