



ASPECTOS BÁSICOS DEL METABOLISMO RUMINAL DEL  
NITRÓGENO

## Bioquímica 2

Catedrático: Jose Miguel Culebro Ricaldi

PRESENTA: CARLOS FRANCISCO LEON GOMEZ

## ASPECTOS BÁSICOS DEL METABOLISMO RUMINAL DEL NITRÓGENO

En los rumiantes, la mayor parte de los componentes orgánicos de la dieta son degradados y fermentados en el retículo-rumen, lugar en el que se desarrolla una amplia población microbiana, con predominio de bacterias pero con participación también de protozoos y hongos, capaces de degradar los carbohidratos de reserva (almidón y azúcares) y estructurales integrados en la pared celular de la planta (celulosa, hemicelulosas y pectinas), así como las proteínas y los componentes nitrogenados no proteicos de la dieta.

Los productos finales de la fermentación consisten fundamentalmente en ácidos grasos volátiles, metano, dióxido de carbono y amoníaco

Los ácidos grasos volátiles son absorbidos en su mayor parte a través de la pared del rumen y constituyen la principal fuente de energía para el animal hospedador. El metano es eliminado por eructación y representa una pérdida neta de energía inherente a los procesos de fermentación, a la que ha de sumarse el calor que generan los mismos. Una parte del amoníaco es reutilizada por los microorganismos ruminales para la síntesis de su propia proteína celular y otra parte es absorbida, mayoritariamente en el rumen, pasando por circulación entero-hepática a hígado, donde es transformado en urea.

Ésta es en parte eliminada por orina y en parte reciclada de nuevo al aparato digestivo, por difusión o a través de saliva.

A partir de estos procesos de degradación los microorganismos obtienen energía en forma de ATP, que utilizan para sus funciones de mantenimiento y crecimiento celular.

Se puede concluir que la fermentación ruminal permite sacar el mayor beneficio de las dietas de elevado contenido en pared celular y bajo contenido en proteína verdadera, esto es, en condiciones de bajo nivel de producción, en tanto que ofrece desventajas, tanto desde el punto de vista del metabolismo energético como proteico, cuando se utilizan dietas de elevada concentración energética y proteica para atender a niveles de producción elevados.

La contribución de la proteína microbiana al flujo total de nitrógeno que llega a duodeno varía con las características de la dieta, fundamentalmente con su contenido en proteína no degradable, pero generalmente representa más del 50% del total.

Por otra parte, la contribución de la proteína microbiana al total de las necesidades del hospedador depende de la fase fisiológica y del nivel de producción.

En las fases de mayores demandas proteicas, como son el inicio del crecimiento de los corderos o la lactación de las ovejas, la proteína microbiana también contribuye a cubrir la mayor parte de las necesidades en proteína del animal hospedador, pero es necesario el aporte con el alimento de cantidades considerables de proteína no degradable.

Todas las estimaciones se han hecho siguiendo las recomendaciones del AFRC (1993), asumiendo una eficiencia de síntesis de proteína microbiana de 10 g/MJ EM y un crecimiento de amoníaco y finalmente urea, que puede superar el 25%

Ello conlleva no sólo un dispendio de nitrógeno, sino también un gasto energético derivado de la síntesis de urea en hígado y una mayor contaminación orgánica del medio ambiente, lo que pone de relieve la importancia de utilizar en cada momento la fuente de proteína más adecuada.

Como se ha comentado previamente, el crecimiento microbiano y, por consiguiente, el flujo de proteína microbiana al duodeno, depende de la disponibilidad de energía fermentable en el rumen, siempre que estén cubiertas las necesidades en nitrógeno disponible. Existen, no obstante, diversos factores adicionales que pueden modificar la relación entre el flujo de proteína microbiana a duodeno y la disponibilidad de energía en rumen. Entre ellos cabe destacar, la tasa de renovación del contenido

ruminal y la sincronización entre la liberación de energía y proteína del alimento. Estos y otros factores que afectan a la síntesis microbiana en el rumen han sido analizados en numerosas revisiones. En esta revisión nos centraremos en el análisis de algunos aspectos relativos a los procesos de degradación de los compuestos nitrogenados de la dieta y a los factores que afectan a dicha degradación.

La degradación de las proteínas alimentarias en el rumen se lleva a cabo, como se ha comentado previamente, por la acción de enzimas microbianos, siendo la participación de las bacterias predominante en relación a la de los protozoos y los hongos.

Las materias nitrogenadas no proteicas son rápidamente degradadas a amoníaco, mientras que la degradación de las proteínas se desarrolla más lentamente. En el caso de las bacterias el proceso exige un contacto íntimo entre la proteína y la célula bacteriana, dado que las proteasas están ligadas a la superficie externa de su pared celular.

Este contacto se realiza mediante la adsorción de las proteínas solubles a la pared de las bacterias o por adhesión de las bacterias a las proteínas insolubles. En el caso de los protozoos, las partículas de alimento son ingeridas por fagocitosis y sometidas a la acción de sus enzimas digestivos.

### **Microorganismos responsables de la degradación proteica en el rumen**

Hasta un 50% de las bacterias ruminales pueden mostrar actividad proteolítica aunque dicha proporción varía considerablemente con la dieta, al igual que lo puede hacer la preponderancia de una u otra especie bacteriana. Las bacterias proteolíticas corresponden en su mayor parte a las consideradas sacarolíticas, e incluyen los géneros *Bacteroides*, *Butyrivibrio*, *Selenomonas*, *Eubacterium* y *Streptococcus*. Dada la gran variedad tanto de bacterias proteolíticas existentes en el rumen como de actividad proteasa que intervienen en el proceso, y teniendo en cuenta que cada especie bacteriana interviene no sólo en la degradación proteica sino también en otros muchos procesos de fermentación, no parece hoy en día factible el control de la proteólisis mediante la eliminación de alguna población microbiana en concreto, o la inhibición de alguna actividad proteasa específica.

Como ya se ha comentado, la proteólisis viene precedida de la adsorción de la proteína soluble a la célula bacteriana o adhesión de las bacterias a las partículas insolubles de alimento. Por ello, la protección de las proteínas del alimento por estructuras fibrosas o amilósicas puede dificultar su accesibilidad a las enzimas proteolíticas y por consiguiente su degradación.

La tasa de degradación de la proteína alimentaria en el rumen depende no sólo de su potencial de degradación y actividad enzimática, sino también del tiempo de exposición de la proteína a dicha actividad, esto es, de su tiempo de permanencia en el rumen.

La mayor parte de la proteína que llega al duodeno es de origen microbiano, y alcanza a cubrir la totalidad o la mayor parte de las necesidades del animal cuando el nivel de producción es bajo o moderado. Es necesario, por consiguiente, procurar un crecimiento microbiano máximo, teniendo para ello en cuenta los distintos factores relacionados con la dieta que pueden afectar a la eficiencia de síntesis. Entre ellos, la sincronización entre el aporte de energía y nitrógeno disponible para los microorganismos se considera hoy en día fundamental.

Cuando los niveles de producción son elevados, como ocurre al inicio del crecimiento, al final de la gestación y, sobre todo, en los primeros meses de la lactación, es necesario un aporte suplementario de proteína alimentaria que llegue al duodeno sin haber sido degradada en el rumen. Dicho aporte es proporcionado en parte por la dieta basal, pero cuando no es suficiente es preciso una

suplementación, generalmente con concentrados proteicos. Por ello, la característica principal que define el valor proteico de dichos suplementos es su resistencia a la degradación en el rumen. Dada la diversidad de microorganismos del rumen con actividad proteasa, peptidasa y desaminasa, es difícil hoy en día manipular el ritmo de degradación de la proteína alimentaria mediante la inhibición de alguna especie o cepa bacteriana concreta o alguna enzima específica. Por ello el medio más común de incrementar la cantidad de aminoácidos de origen alimentario que llegan a duodeno es el tratamiento de los suplementos proteicos por medios físicos o químicos, entre los cuales el tratamiento con calor, la protección física mediante encapsulación con componentes orgánicos de difícil degradación y el tratamiento con formaldehído, han sido los más utilizados.