

ASPECTOS BASICOS DEL METABOLISMO DEL NITROGENO EN RUMIANTES

Yamandú M. Acosta*

INTRODUCCION

La radiación solar es en último término la fuente de energía de la cual depende la vida tal como se conoce en nuestro planeta. Los vegetales, organismos autótrofos, son los encargados de "manufacturar" los compuestos orgánicos básicos para el sostenimiento de la vida, suministrando parte de los nutrientes a los organismos heterótrofos (Van Soest, 1982).

Durante el proceso evolutivo los vegetales han desarrollado sistemas de protección destinados a asegurar su propia sobrevivencia. Estos sistemas incluyen mecanismos físicos y químicos que les permiten resistir de una forma u otra el ataque y/o la ingestión de estos vegetales por parte de los organismos heterotróficos (bacterias, hongos y animales) (Van Soest, 1982).

La degradación y reciclado de la celulosa por ejemplo, el carbohidrato más abundante de la naturaleza, es dependiente de la actividad microbiana. Las enzimas capaces de degradar la celulosa, la hemicelulosa o la lignina están ausentes en el tracto digestivo de casi todos los animales.

La capacidad de secretar celulasas por parte de los animales ha sido reportada solamente en algunas formas inferiores como artrópodos y caracoles. La existencia de yacimientos fósiles de carbón constituyen testimonios fieles de esta capacidad de producción de materiales no degradables o altamente resistentes por parte de los vegetales (Van Soest, 1982).

Como consecuencia de lo anterior, la adaptación y evolución de los hervíboros ha seguido a la evolución de los vegetales. La aparición de estructuras vegetales de resistencia

ha precedido y orientado la evolución de los sistemas enzimáticos necesarios para degradarlas por parte de los organismos heterótrofos.

En este proceso evolutivo de adaptación han surgido los rumiantes, que son a la fecha y por lejos el grupo de mamíferos hervíboros más numeroso que existe (Owens y Zinn, 1988).

En el caso particular de los rumiantes y como una prueba más de este paralelismo evolutivo de organismos autótrofos y heterótrofos baste mencionar que en términos históricos el mayor incremento en el número de especies e individuos de rumiantes se registra durante el período terciario, coincidiendo con el período de desarrollo y máxima dispersión de las especies de pastos y vegetales afines (Van Soest, 1982).

La ventaja ecológica de los rumiantes se ha basado entonces, en la adaptación anatómica y fisiológica de su tracto digestivo, que les permite mediante una predigestión microbiana (fermentación) de los alimentos fibrosos, la utilización de carbohidratos estructurales como la celulosa y de compuestos nitrogenados, no necesariamente proteicos, para satisfacer sus necesidades de energía y proteína (Owens y Zinn, 1988).

Esta modalidad de alimentación, no competitiva sino complementaria de la de los monogástricos, es la que ha hecho de los rumiantes los compañeros más apropiados y de mayor valor estratégico para el hombre durante el proceso evolutivo, porque además de proporcionarle carne, cueros, fibras, leche y energía para tracción, pueden utilizar para su alimentación productos de valor escaso o nulo para aquel (Owens y Zinn, 1988).

* Ing. Agr., M.Sc., Lechería, INIA La Estanzuela.

METABOLISMO PROTEICO DEL RUMIANTE

El nitrógeno es un elemento fundamental del metabolismo de los seres vivos, integrante de diversos compuestos esenciales del organismo como amino ácidos, ácidos nucleicos, enzimas, cofactores, etc.

Como componente de los amino ácidos juega un rol fundamental en el metabolismo proteico de los seres vivos. La proteína es un macro nutriente requerido tanto para mantenimiento como para crecimiento, reproducción o lactación. En cualquier sistema productivo solo la energía es requerida en mayor cantidad que la proteína (Chalupa y Ferguson, 1988).

Con respecto al metabolismo proteico, el rumiante destaca por su aptitud única de poder subsistir y aún producir en ausencia de una fuente de proteína dietética verdadera, gracias a la síntesis de proteína microbiana que ocurre en el rumen (Virtanen, 1966).

En condiciones normales, los microbios del rumen y la proteína verdadera del alimento que escapa a la degradación ruminal (proteína *bypass*) proveen al intestino delgado con la proteína para digestión y absorción con que se alimentará el rumiante. La digestión intestinal de la proteína y el metabolismo posterior a la absorción son esencialmente iguales en rumiantes y monogástricos, por lo cual el metabolismo del N en el rumen es el aspecto diferencial y de mayor interés en nutrición proteica de rumiantes (Stern *et al*, 1993).

La figura 1 muestra en forma esquemática el metabolismo proteico de un rumiante.

A los efectos de hacer más efectivo el análisis del esquema es conveniente visualizar el rumen como un sistema. Como tal consta de tres grupos de componentes básicos a saber: los insumos (el alimento), los procesos (las relaciones entre componentes) y los productos (deposición de tejidos, leche, productos de excreción, etc.).

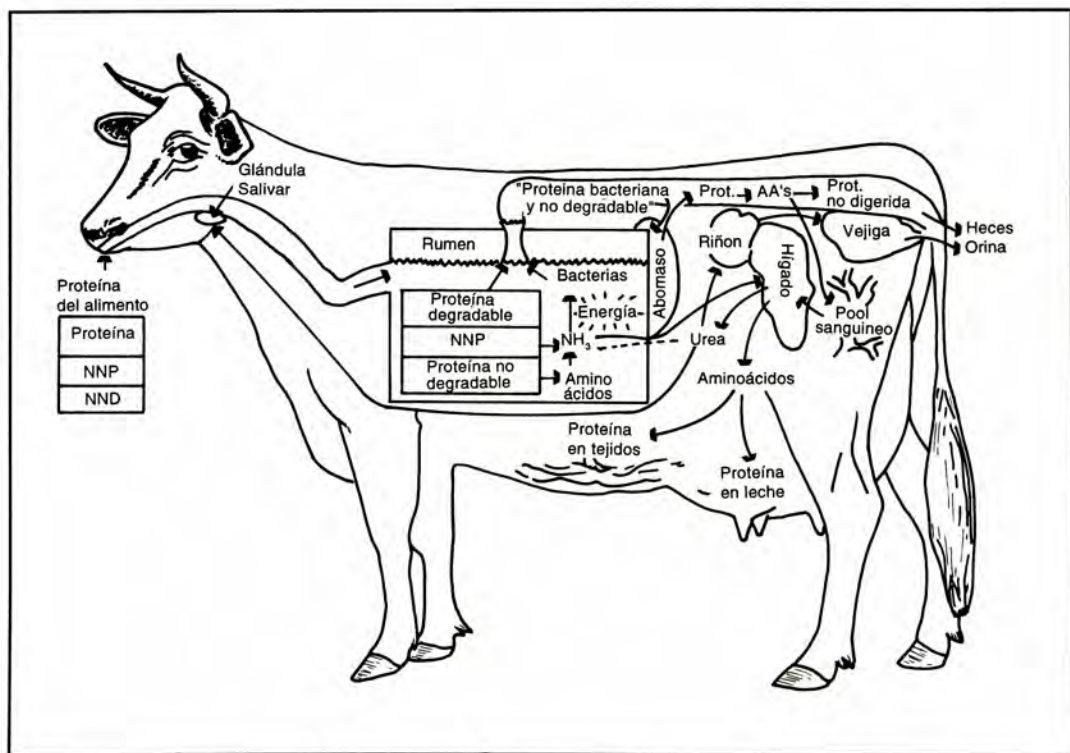


Figura 1. Esquema del metabolismo proteico en una vaca lechera (Adaptado de Owens y Zinn, 1988).

Como lo muestra la figura 1, los ingredientes utilizados en alimentación de rumiantes presentan cantidades variables de nitrógeno como proteína verdadera, compuestos nitrogenados no proteicos (NNP) y de nitrógeno no disponible para su metabolización (NND).

Una vez ingeridas y en el rumen estas tres fuentes suelen seguir caminos metabólicos diferentes. Los compuestos de NNP son rápidamente metabolizados por la micro flora ruminal que en un medio anaeróbico y fuertemente reductor convierte ese N en amonio. La fracción proteína verdadera suele estar compuesta por dos sub fracciones que difieren en su capacidad de resistir la degradación microbiana. La fracción de proteína degradable en rumen es normalmente metabolizada a péptidos, amino ácidos y finalmente amonio y esqueletos carbonados que la microflora ruminal utilizará posteriormente como sustrato para la síntesis de su propia materia orgánica. Como fuera referido, la proteína no degradable de origen dietario y la proteína microbiana producida en el rumen constituirán las fuentes de proteína de que dispondrá el animal huésped a nivel del intestino delgado para su digestión y absorción. Finalmente el nitrógeno no disponible retenido en compuestos indigestibles no participará del metabolismo del nitrógeno en rumen y aparecerá como tal en las heces.

Como se mencionara oportunamente, los rumiantes a través de la síntesis de proteína microbiana en el rumen, tienen la capacidad de utilizar diversas fuentes de nitrógeno para satisfacer al menos en parte los requerimientos proteicos del animal huésped. Esta capacidad de sintetizar proteína por parte de los micro organismos del rumen, cuando la disponibilidad de nitrógeno no es limitante depende básicamente de la disponibilidad de energía de la dieta. Un resumen de diversos trabajos de alimentación indican que el 72% de la variación observada en aporte de proteína microbiana al intestino del animal fue explicada por la disponibilidad de energía a nivel del rumen de la dietas estudiadas (Chalupa y Ferguson, 1988).

El amonio excedentario del metabolismo del rumen difunde a través de las paredes de

este y pasa al sistema circulatorio. Este amonio conjuntamente con el proveniente del catabolismo tisular del animal huésped son retirados por el hígado y metabolizados a urea para su posterior disposición vía orina y parcial reciclaje al rumen vía saliva (Owens y Zinn, 1988).

Es también importante destacar aquí que a diferencia de lo que ocurre con la energía, los animales en general y los rumiantes no son una excepción, no disponen de reservas de proteína de valor práctico de uso en alimentación, por lo que las necesidades proteicas deben ser satisfechas con mucha precisión (Stern et al, 1993).

El manejo conjunto y simultáneo de la capacidad del rumen de sintetizar proteína microbiana a partir de fuentes nitrogenadas no proteicas y el uso racional de fuentes de proteína altamente resistente a la degradación ruminal con animales de alta performance productiva, constituyen áreas de investigación actuales y en franco desarrollo en nutrición de rumiantes (Stern *et al*, 1993).

EFICIENCIA DE UTILIZACION DEL NITROGENO

El cuadro 1 muestra en forma esquemática la partición del nitrógeno ingerido por dos categorías de rumiantes.

El cuadro 1 además muestra el efecto del tipo de categoría sobre el consumo total y la partición metabólica del nitrógeno. La producción lechera resulta ser más demandante de nutrientes por lo cual requiere un consumo total por unidad de tiempo mayor y una retención de N en producto animal vendible mayor. Sin embargo la metabolibilidad del N es siempre muy baja (7% en engorde y 17% en lactación) y la vía preferente de eliminación es la orina (78% en engorde y 76% en lactación).

Las elevadas proporciones de nitrógeno reciclado vía productos de excreción en esquemas muy intensivos de producción y la mala distribución de esas deposiciones han generado la necesidad de disponer de estruc-

Cuadro 1. Ejemplo simulado de la partición del N ingerido entre productos, heces y orina en un animal en engorde (ganando 800 g/d) y una vaca lechera (produciendo 20 kg/d) para una dieta con una concentración de 0,04 g de N por kg de MS. (Adaptado de Lantinga *et al*, 1987).

Categoría	Consumo de MS kg/animal/d	N en:				% en Heces y Orina
		Consumo	Productos Animales Heces (g de N/animal/d)		Orina	
Novillo	8	320	24	64	232	93
Vaca Lechera	16	640	110	128	402	83

turas y sistemas de manejo de estos efluentes orgánicos de manera de mejorar las posibilidades de uso productivo de los mismos y disminuir sus posibles efectos contaminantes (La Manna, 1992).

BIBLIOGRAFIA CITADA

- CHALUPA, W. Y J.D. FERGUSON.** 1988. Recent concepts in protein use for ruminants examined. *Feedstuffs*, June 13.
- LA MANNA, A. A.** 1992. Manejo de residuos orgánicos en tambos. *Boletín de Divulgación* N° 23. INIA La Estanzuela.
- LANTINGA, E.A., KEUNING, J.A., J. GROENWOLD Y P.J.A.G. DEENEN.** 1987. Distribution of excreted nitrogen by grazing cattle and its effects on sward quality, herbage production and utilization. *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste?* H.G. Van Der Meer, R.J. Unwin T.A. Van Dijk y G.C. Ennik Eds. *Proceedings of an International Symposium of the European Grassland Federation*, Wageningen, The Netherlands.
- OWENS, F.N. Y R. ZINN.** 1988. Protein metabolism of ruminant animals. *In The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition*. D.C. Church Ed. New Jersey. Prentice Hall.
- STERN, M.D., M.I. ENDRES Y S. CALSAMIGLIA.** 1993. Protein concepts in ruminant nutrition. 54th Minnesota Nutrition Conference & National Renderers Technical Symposium. Bloomington, Minnesota.
- VAN SOEST, P.J.** 1982. Evolution and role of the ruminant. *In Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca, New York. Cornell University Press.
- VIRTANEN, A.I.** 1966. Milk production of cows on protein-free feed. *Science* 153:1603.